

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-63597

(43)公開日 平成8年(1996)3月8日

(51)Int.Cl.⁶
G 0 6 T 7/00

識別記号 片内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 6 F 15/ 62

4 6 5 K

審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平6-196735

(22)出願日 平成6年(1994)8月22日

(71)出願人 000001270

コニカ株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(72)発明者 榎本 洋道

東京都日野市さくら町1番地 コニカ株式
会社内

(72)発明者 滝澤 成温

東京都日野市さくら町1番地 コニカ株式
会社内

(72)発明者 洪 博哲

東京都日野市さくら町1番地 コニカ株式
会社内

(74)代理人 弁理士 鈴木 弘男

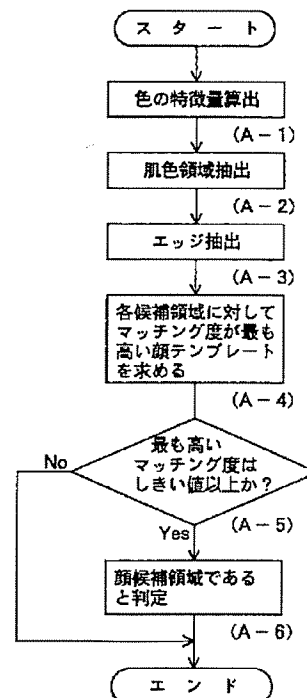
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 顔抽出方法

(57)【要約】

【目的】 ネガフィルムやポジフィルム等のカラー原画像から、人手を介さず完全に自動で且つ精度よく人間の顔を抽出する顔抽出方法を提供すること。

【構成】 人の顔の形状に相当する顔候補領域を決定し、顔候補領域内の特徴量から顔領域を決定することにより、カラー原画像から人の顔を抽出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像から人の顔を抽出するための抽出方法において、人の顔の形状に相当する顔候補領域を決定し、前記顔候補領域内の特徴量から顔領域を決定することを特徴とする顔抽出方法。

【請求項2】 画像から人の顔の輪郭を抽出することにより顔候補領域を検出することを特徴とする顔抽出方法。

【請求項3】 画像から人の顔を抽出するための抽出方法において、複数の顔の形状をしたテンプレートと画像とのマッチング度を計算し、マッチング度の最も高いテンプレートを選択し、最も高かったマッチング度が予め定めたしきい値以上であれば、選択されたテンプレート内の領域を顔候補領域とすることを特徴とする顔抽出方法。

【請求項4】 前記顔候補領域内で、色を表すパラメータの1次元のヒストグラムを求め、該ヒストグラムの形状から顔領域を決定することを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の顔抽出方法。

【請求項5】 前記顔候補領域内で、色を表すパラメータの2次元のヒストグラムを求め、該ヒストグラムの形状から顔領域を決定することを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の顔抽出方法。

【請求項6】 前記色を表すパラメータの1次元のヒストグラムとして、明度のヒストグラムを用いることを特徴とした請求項4に記載の顔抽出方法。

【請求項7】 前記顔候補領域内で、色を表すパラメータの分布量から顔領域を決定することを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の顔抽出方法。

【請求項8】 前記色の分布量として色相と明度の2次元空間の共分散楕円の面積を用いることを特徴とする請求項7に記載の顔抽出方法。

【請求項9】 前記顔候補領域の空間周波数応答から顔領域を決定することを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の顔抽出方法。

【請求項10】 前記顔候補領域を小領域に分割し、それぞれの小領域での特徴量を求め、顔候補領域内での特徴量分布を用いて顔領域を決定することを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の顔抽出方法。

【請求項11】 前記小領域に分割することにより、目、口、ほほが分離されることを特徴とする請求項10に記載の顔抽出方法。

【請求項12】 前記特徴量として小領域の色の分布量を用いることを特徴とする請求項10または11に記載の顔抽出方法。

【請求項13】 前記色の分布量として色相と明度の2次元空間の共分散楕円の面積を用いることを特徴とする請求項12に記載の顔抽出方法。

【請求項14】 前記特徴量として小領域における平均色の顔候補領域における平均色に対する色の差の量と方

向とを用いることを特徴とする請求項10または11に記載の顔抽出方法。

【請求項15】 前記小領域における平均色の顔候補領域における平均色に対する色の差の量と方向として、色相、明度の2次元空間での2つの平均色の差ベクトルを用いることを特徴とする請求項14に記載の顔抽出方法。

【請求項16】 前記特徴量として小領域の空間周波数的性質を用いることを特徴とする請求項10または11に記載の顔抽出方法。

【請求項17】 前記小領域の空間周波数的性質として色相の空間周波数応答を用いることを特徴とする請求項16に記載の顔抽出方法。

【請求項18】 前記顔候補領域内で、目を抽出し、顔領域を決定することを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の顔抽出方法。

【請求項19】 前記顔候補領域内で、目の領域を抽出し、目の位置情報から口を抽出し、顔領域を決定することを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の顔抽出方法。

【請求項20】 前記顔候補領域内で、目の領域を抽出し、目の位置情報から髪を抽出し、顔領域を決定することを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の顔抽出方法。

【請求項21】 前記顔候補領域内で、目の領域を抽出し、目の位置情報から首を抽出し、顔領域を決定することを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の顔抽出方法。

【請求項22】 前記顔候補領域決定後、顔候補領域を拡大し、髪の領域を抽出することにより顔領域を決定することを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の顔抽出方法。

【請求項23】 前記顔候補領域決定後、顔候補領域を拡大し、首の領域を抽出することにより顔領域を決定することを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の顔抽出方法。

【請求項24】 前記顔候補領域内で、マッチドフィルターを使用して顔領域を決定することを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の顔抽出方法。

【請求項25】 前記顔候補領域内で、特徴量を求め、該特徴量をニューラルネットワークに入力し、顔領域を決定することを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の顔抽出方法。

【請求項26】 前記特徴量として、目を表す特徴量と、口を表す特徴量と、髪を表す特徴量と、首を表す特徴量とを用いることを特徴とした請求項25に記載の顔抽出方法。

【請求項27】 請求項25または26に記載の顔抽出方法を組み込んだ機器を出荷後、前記ニューラルネットワークにおける新たな教師データを入力することにより

微調整可能なことを特徴とする顔認識装置。

【請求項28】 請求項1ないし26のいずれか1項に記載の顔抽出方法によって抽出された人の顔のデータに基づいて複写材料への露光量を決定するカラープリンタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、カメラなどで人を撮影したネガフィルムやポジフィルムなどのカラー原画像から顔の部分抽出する顔抽出方法に関する。

【0002】

【従来の技術】カメラで撮影したネガフィルムを陽画に焼付ける場合のように、カラー原画像を複写材料に複写する場合、適切な露光量で複写することが大切であり、特に人を撮影したカラー写真の場合には、人の顔の色が適正になるように焼付けると一般に写真を見た人に与える感じが良く、写真の質を高めることになる。

【0003】写真撮影の場合、撮影条件が常に一定であればその撮影条件に応じた適切な露光量で焼付けを行えばよいが、実際には逆光で撮影された原画像やストロボを用いて撮影された原画像等が1本のフィルムの中に混在していることがある。このため、質の良い写真を得るためには原画像ごとに焼付け時の露光量を変更するのが好ましく、この焼付け時の露光量を決めるのに、人が入った写真の場合には人の顔の色に着目するのが便利である。顔の色は肌色であることが前もってわかっているため、焼付けられた後の写真における人の顔の色が肌色になるように露光量を定めることができるからである。

【0004】このように人の顔の色を基準として焼付け時の露光量を決定する方法は従来から知られており、カラーフィルムの現像、焼付けの一部作業を自動化する場合に利用されている。

【0005】たとえば、カラーフィルムの原画像中の顔領域をオペレータがライトペンで指定して人の顔の濃度データを抽出し、この抽出した濃度データに基づいて顔の色が適正に焼付けられるように露光量を決定する方法がすでに知られている。

【0006】また、原画像中の人の顔を抽出する方法として、原画像から肌色データを抽出し、肌色範囲と判断された測光点のクラスタを顔とする方法が知られている（特開昭52-156624号公報、特開昭53-145621号公報、特開昭53-145622号公報）。これは、カラー原画像を多数の測光点に分割するとともに各測光点をR（赤）、G（緑）、B（青）の3色に分解して測光し、測光データから計算した各測光点の色が肌色範囲内か否かを判断し、肌色範囲と判断された測光点のクラスタ（群）を顔の濃度データとする方法である。

【0007】さらに、特開平4-346333号公報には、測光したデータを色相値（H）、彩度値（S）に変

換し、H、Sの2次元ヒストグラムを作成し、このヒストグラムを単峰の山に分割し、原画像の各画素が分割された山のどれに属するかを判断して画素を分割することにより顔の候補領域を抽出し、顔候補領域の輪郭、内部構造から人か否かを判断する方法が開示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述のオペレータが顔領域をライトペンで指定する方法の場合には、カラー原画像中の顔領域を間違いなく抽出することができるが、画像毎にオペレータがライトペンで顔領域を指定しなければならないため、焼付け作業に時間がかかるという問題がある。また、この方法の場合、オペレータが介在しない完全な無人化（自動化）は不可能である。

【0009】一方、原画像から肌色データを抽出し、肌色範囲と判断された測光点のクラスタを顔とする方法の場合には、地面、木の幹、洋服等の肌色または肌色に近似した色をした顔以外の部位も顔の濃度データとして抽出されてしまい、精度に欠けるという問題がある。また、フィルム種、光源によって、顔を抽出できない場合もあるという問題がある。

【0010】そして、特開平4-346333号公報に開示された方法の場合には、顔と手、顔と顔が接触している場合などでは、肌色領域の形状が複雑になり、顔だけを検出することができない場合があるという問題がある。

【0011】本発明は上記の点にかんがみてなされたもので、ネガフィルムやポジフィルム等のカラー原画像から、人手を介さず完全に自動で且つ精度よく人の顔を抽出する顔抽出方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の目的を達成するために、画像から人の顔を抽出するための抽出方法において、人の顔の形状に相当する顔候補領域を決定し、前記顔候補領域内の特徴量から顔領域を決定するようにした。

【0013】また、別の方法によれば、画像から人の顔の輪郭を抽出することにより顔候補領域を検出するようにした。

【0014】さらに、別の方法によれば、画像から人の顔を抽出するための抽出方法において、顔の様々な形状をした複数のテンプレートを用意しておき、このテンプレートと画像とのマッチング度を計算し、マッチング度の最も高いテンプレートを選択し、最も高かったマッチング度が予め定めたしきい値以上であれば、選択されたテンプレート内の領域を顔候補領域とするようにした。

【0015】

【作用】本発明は以上の方法によって、人の顔の形状に相当する顔候補領域を決定し、前記顔候補領域内の特徴量から顔領域を決定することにより、カラー原画像から人の顔を抽出する。

【0016】また、別の方法によれば、画像から人の顔の輪郭を抽出することにより顔候補領域を検出し、カラー原画像から人の顔を抽出する。

【0017】さらに、別の方法によれば、複数の顔の形状をしたテンプレートを用意しておき、このテンプレートと画像とのマッチング度を計算し、マッチング度の最も高いテンプレートを選択し、最も高かったマッチング度が予め定めたしきい値以上であれば、選択されたテンプレート内の領域を顔候補領域とすることにより、カラー原画像から人の顔を抽出する。

【0018】

【実施例】以下本発明を図面に基づいて説明する。

【0019】図1は、本発明による顔抽出方法を用いた顔領域抽出装置のブロック図である。

【0020】フィルム1はカラー原画像が記録されたフィルムであり、ネガフィルムであってもポジフィルムであってもかまわない。ポジ画像から肌色を抽出するときはポジの測光値から直接肌色を抽出すればよく、ネガ画像から肌色を抽出するときはネガの測光値をポジに変換して肌色を抽出してもよいし、ネガの測光値から直接肌色を抽出してもよい。スキャナ2はフィルム1のカラー原画像を光学的に読取り、色分解して各画素のB

(青)、G(緑)、R(赤)値を得ることができる。このBGR値は、増幅器3で増幅された後にA/D変換器4でデジタルデータに変換されてCPU5に入力される。CPU5では、後述する顔抽出のための各処理を実行する。

【0021】図2は、本発明による顔抽出方法の第1の実施例のフローチャートである。

【0022】まず、スキャナ2によって得られた各画素のBGR値から、明度、色相、彩度、色度、(B-R)、(G-R)といった色の特徴量を求め(A-1)

*1)、これらの色の特徴量が予め定めた範囲内に入っていれば、対象画素が肌色であると判定する(A-2)。もちろん、ネガ画像のBGR値から肌色を抽出する場合と、ポジ画像のBGR値から肌色を抽出する場合とは、特徴量について予め定める範囲が異なる。また、求めた色の特徴量をニューラルネットワークの入力値として、肌色か否かを判定してもかまわない。

【0023】次に、肌色と判定された画素から成る画像に対してエッジ抽出を行なう(A-3)。エッジ抽出方法としては、たとえば、対象画素を中心として、周囲8画素の明度平均を取り、その平均値と対象画素の明度との差が所定値よりも大きければ、対象画素をエッジ画素とし、エッジ画素であるか否かで2値化する。ここでは、このようにして得た画像をエッジ画像という。

【0024】ステップ(A-4)では、まず、サイズ、長軸/短軸(1a/1b)の比率の異なる複数の楕円あるいは円形の顔テンプレート(図3参照)を作成する。これらの顔テンプレートは予め作成しておき記憶装置6に記憶させておいてもよい。顔テンプレートは、楕円ないしは円の輪郭か否かで2値化されている。実際の顔の輪郭は、正確な楕円ないしは円でないために、顔テンプレートの輪郭は、数画素、好ましくは2~3画素の幅をもたせて、実際の顔の輪郭とのマッチング度を上げててもよい。

【0025】ステップ(A-4)では、続いて、エッジ画像と顔テンプレートのマッチング度を求める。マッチング度の求め方は、既存の手法を用いる。たとえば、数1で表されるような手法でマッチング度m(u, v)を求める。

【0026】

【数1】

$$m(u,v) = \frac{\iint_S ((f(x+u,y+v)-f') \cdot (t(x,y)-t')) dx dy}{\sqrt{\iint_S (f(x+u,y+v)-f')^2 dx dy \cdot \iint_S (t(x,y)-t')^2 dx dy}}$$

数1において、fは対象画像を表し、tは顔テンプレートを表し、Sはt(x, y)の値域を表す。f'、t'はそれぞれf(x+u, y+v)、t(x, y)のS内の平均を表す。

【0027】このような手法で、数種類の顔テンプレートを用いてマッチングを行ない、最もよく一致するテンプレートを対象画素に対して求め(A-4)、マッチング度が予め定めたしきい値以上であれば、対象画素を中心として、最もよく一致する顔テンプレートで囲まれる領域を顔候補領域であると判定する(A-6)。

【0028】また、演算回数を減らすために、最初に大まかな走査として、一定の大きさの顔テンプレートを1画素ずつ、あるいは、何画素かおきにずらして行って、マッチング度を求め、マッチング度が所定値以上の対象画素に対してのみ、大きさの違うテンプレートをあては

めて、最適な候補領域を決定してもよい。

【0029】図2に示した第1の実施例によれば、顔の輪郭を抽出しているために、たとえば顔と手、顔と顔が接触しているような画像であっても顔単体だけを正確に抽出することができるという効果がある。

【0030】また、肌色領域の抽出にあたり肌色とみなす色の範囲を広く設定すれば、フィルムの種類や光源の違いをカバーすることができる。

【0031】さらに、肌色の範囲を、ネガ画像用、ポジ画像用にそれぞれ設定することでネガ画像からでも、ポジ画像からでも顔の抽出が可能になるという効果もある。

【0032】なお、図2に示した第1の実施例では肌色領域の抽出を行ってから顔テンプレートとのマッチング度を求めたが、本発明はこれに限らず、対象画像全体を

(肌色抽出することなしに) 明度画像に変換し、その後、第1の実施例と同じ手法で顔候補領域を決定してもよい。

【0033】また、図2に示した第1の実施例ではエッジであるか否かで2値化した画像とエッジの顔テンプレートとのマッチングを行ったが、本発明はこれに限らず、肌色領域抽出後、肌色であるか否かで2値化した画像と、肌色か否かで2値化した顔テンプレートとのマッチングを行ってもよい。

【0034】ところで、第1の実施例によって顔候補領域と判定された部分を顔とみなしても十分であるが、画像によっては顔ではない部分を顔候補領域と判定してしまう場合がある。そこで、以下では第1の実施例で顔候補領域と判定された複数の部分をさらに絞り込み、実際に顔である部分を確実に抽出する方法について説明する。

【0035】図4は、本発明による顔抽出方法の第2の実施例のフローチャートである。

【0036】まず、第1の実施例によって判定された顔候補領域内で目のある領域(目候補領域)を推定し設定する(B-1)。このとき、画像が縦である場合(図5(a)参照)と横である場合(図5(b)参照)のそれぞれに対して推定する。この推定方法としては、たとえば、画像の向きが縦の場合には顔候補領域の上半分と下半分を目候補領域に設定し、一方、画像の向きが横の場合には顔候補領域の右半分と左半分を目候補領域に設定する。すなわち、顔候補領域に対して、上半分、下半分、右半分、左半分を目候補領域と設定する。この目候補領域の設定方法は、もっと狭く設定してもかまわない。たとえば、画像の向きが縦の場合、図6に示すように、顔候補領域の下端の高さを0、上端の高さを1としたとき、高さが0.5~0.8の範囲を目候補領域と設定してもよい。

【0037】次に、それぞれの目候補領域内で、図7に示すような明度に関するヒストグラムを作成する(B-2)。ここでは、明度を8ビットで表した場合について説明する(明度0:0、明度100:255)。まず明度領域(0~255)を均等に8分割して、それぞれの明度領域内での出現頻度を求める。黒目の部分は明度が低いので、ヒストグラムは少なくとも黒目の明度の部分と肌色の明度の部分にピークを有する(図7参照)。ここでは明度のヒストグラムを作成したが、本発明はこれに限らず、明度の代わりに彩度、色相、色度を用いてもかまわない。

【0038】さて、こうして作成したヒストグラムの形状認識手法の1つとして、以下のような手法がある。まず、肌色の領域と思われる明度範囲(たとえば8ビットで96以上)で最大のピーク(第1のピーク)を探す。次に所定値よりも低い明度範囲で最大のピーク(第2のピーク)を探す。この所定値は、測定機器を用いていく

つかの目のサンプルを測光し経験的に求める。(第2のピークの頻度)/(第1のピークの頻度)の値を計算し、この値を特徴量とする(B-3)。

【0039】この特徴量が所定範囲内であれば(B-4)、このヒストグラムの形状は顔を表していると判断する。ステップ(B-4)における所定範囲は、目候補領域の大きさによって異なるため、それぞれのケースごとに最適範囲を求めておかなければならない。

【0040】このようにして、それぞれの目候補領域ごとに判断を行ない、目と判断される領域があれば、その顔候補領域は顔であると判定し(B-4)、目と判断される領域がなければ、顔でないとして判定される。

【0041】また、図4に示した第2の実施例では、ステップ(B-1)で目候補領域を設定し、ステップ(B-2)でその目候補領域内の明度のヒストグラムを作成したが、本発明はこれに限らず、たとえば、目候補領域を設定せずに、顔候補領域全体で明度のヒストグラムを作成して顔であるか否かの判定を行うようにしてもよい。

【0042】図4に示した第2の実施例によれば、顔候補領域内に複数の目設定領域を設定することにより、画像の向きの違いに対応することができる。

【0043】また、言い換えれば、この手法により自動的に画像の向きを判定することができるという効果もある。

【0044】なお、図4に示した第2の実施例では明度の1次元のヒストグラムを作成したが、本発明はこれに限らず、たとえば、明度と色相とを軸にした2次元ヒストグラムを作成し、肌色を表す領域のピークを第1ピーク、目の黒を表す領域のピークを第2ピークとして第2の実施例と同じ手法で判定するようにしてもよいし、明度と彩度の2次元ヒストグラムや、色相と彩度の2次元ヒストグラムを用いてもよい。

【0045】図8は、本発明による顔抽出方法の第3の実施例のフローチャートである。

【0046】まず、第1の実施例によって判定された顔候補領域内の画像を明度に変換する(C-1)。本実施例では顔候補領域内の画像を明度に変換するものとして説明するが、本発明は明度画像でなく色度画像、色相画像、彩度画像に変換してもかまわない。

【0047】次に、顔候補領域の大きさを基準サイズに合わせるために拡大、縮小を行い、顔候補領域のサイズを規格化する(C-2)。そして、規格化された顔候補領域に対して2次元フーリエ変換を行う(C-3)。

【0048】ここで、このフーリエ変換の結果において、そのパワースペクトラムを最も大きなピーク値で規格化しておく。そして、実際に顔を表すいくつかのパターン(以下「顔の基準データ」という)に対して同様に2次元フーリエ変換を行ったものを予め記憶装置6に記憶させておくことにより用意しておき、顔候補領域のフ

ーリエ変換結果と顔の基準データフーリエ変換結果との間でマッチングをとり、このマッチング度の最も高い値を特徴量とする（C-4）。

【0049】そして、この特徴量がしきい値以上であれば（C-5）、その顔候補領域は顔であると判定する（C-6）。

【0050】ところで、図8に示した第3の実施例ではステップ（C-3）で2次元フーリエ変換を行ったが、本発明はこれに限らず、1次元フーリエ変換を行ってもよい。ただし、この場合には、顔の基準データとして、正面顔、横向き顔について、それぞれ画像の向きが上、下、右、左の条件を組み合わせたパターンを準備する必要がある。

【0051】図8に示した第3の実施例によれば、顔候補領域の抽出の不正確さにより顔の部位（目や口）の位置がずれてしまったような場合にも、その影響を受けにくく、顔の高い抽出率が得られるという効果がある。

【0052】なお、図8に示した第3の実施例では2次元フーリエ変換を行ったが、本発明は2次元フーリエ変換を行わなくても、周波数特性に準ずるものであればかまわない。たとえば、次に示すような方法であってもかまわない。

【0053】まず、画像の横軸、縦軸をそれぞれx軸、y軸とし、x軸上 x_0 の位置の明度の値をy軸に沿って加算し x_0 での値とする明度のx軸への投影と、同様に明度のy軸への投影とを行なう。そして、x軸への投影とy軸への投影のそれぞれについてそれぞれのピーク値で規格化し、このデータと実際に顔画像から同様に得られた基準データとの間でマッチングを取り、しきい値より高ければ顔と判断する。もちろん、明度画像でなくともよく、色相、色度、彩度等の色を表す特徴量のx軸、y軸への投影を用いればよい。

【0054】この場合、2次元フーリエ変換に比べて計算時間が短くてすむので、高速に処理することができるという効果がある。

【0055】図9は、本発明による顔抽出方法の第4の実施例のフローチャートである。

【0056】まず、第1の実施例によって判定された顔候補領域内の各画素の色相、明度を求め（D-1）、色相、明度の2次元空間の共分散楕円の面積を求め、これを特徴量とする（D-2）。

【0057】ステップ（D-2）で求めた共分散楕円の面積が所定範囲内であれば（D-3）、その顔候補領域は顔であると判定する（D-4）。

【0058】なお、共分散楕円の代わりに、色空間（ $L^* a^* b^*$ 、 $L^* u^* v^*$ 等）での分散楕円体の体積、色相の分散、明度の分散、彩度の分散を特徴量としてもかまわない。あるいはこれらの少なくとも2つ以上を組み合わせて判断すればより認識率が上がる。

【0059】図9に示した第4の実施例によれば、画像

の向きに関係なく特徴抽出することができる。

【0060】また、図4に示した第2の実施例で求められた特徴量を組み合わせて判断すれば、より認識率を上げることができる。

【0061】図10は本発明による顔抽出方法の第5の実施例のフローチャートである。

【0062】まず、第1の実施例によって判定された顔候補領域を小領域に分割する（E-1）。分割方法として、以下の（1）～（3）の3つの方法が考えられる。

（1）顔候補領域に外接する長方形を 3×3 の長方形に分割し、顔候補領域と重なっている領域を小領域とする。上段3つの小領域を上の小領域、下段の真ん中の小領域を下の小領域、中段と下段の両端の小領域を横の小領域とする（図11（a）参照）。

（2）顔候補領域に外接する長方形を対角線状に4つの三角形に分割し、顔候補領域と重なっている領域を小領域とする。左右の領域を横の小領域とする（図11（b）参照）。

（3）顔候補領域に外接する長方形の4つの辺近傍と、候補領域とが重なっている領域を小領域とする。左右の領域を横の小領域とする（図11（c）参照）。

【0063】次に、特徴量として各小領域での色の分布量を求める（E-2）。色の分布量としては以下の種類が考えられる。

- ・色相、明度の2次元空間の共分散楕円の面積。
- ・色空間（ $L^* a^* b^*$ 、 $L^* u^* v^*$ 等）での分散楕円体の体積。
- ・色相の分散。
- ・明度の分散。
- ・彩度の分散。

【0064】ここでは、目や口や髪の生え際に相当する小領域では色の分布量が大きく、ほほに相当する小領域では色の分布量が小さいことを利用して顔の認識を行う。すなわち、上下の領域（上、下の小領域）のそれぞれの分布量もしくは分布量の平均が、左右の領域（横の小領域）のそれぞれの分布量もしくは分布量の平均より大きいとき（E-3）にその顔候補領域は顔であると判定する（E-4）。そして、この作業を画像を 90° ずつ回転させて行なう。

【0065】ある一方向についての条件を式であらわすと数2のようになる。数2において、 $v(X1)$ は小領域 $X1$ での色の分布量を表している。

【0066】

【数2】

$$\begin{aligned} &v(X1) > v(X2) \quad \text{all } X1, X2 \quad \text{or} \\ &\text{average}(v(X1)) > \text{average}(v(X2)) \quad \text{or} \\ &v(X1) > \text{average}(v(X2)) \quad \text{all } X1 \quad \text{or} \\ &\text{average}(v(X1)) > v(X2) \quad \text{all } X2 \end{aligned}$$

ここで、 $X1$: (x,y)=上の小領域、下の小領域であり、 $X2$: (x,y)=横の小領域である。

【0067】なお、上、下の小領域のそれぞれの色の分布量もしくは分布量の平均があるしきい値以上、横の小領域のそれぞれの色の分布量もしくは分布量の平均があるしきい値以下、この二つの条件をともに満たすとき、もしくは、どちらかを満たすときにその顔候補領域は顔であると判定する方法もある。この場合も作業を90°ずつ回転させて行なう。この場合のある一方向について条件を式であらわすと数3のようになる。数3において、 $v(X1)$ は小領域 $X1$ での色の分布量を表している。

【0068】

【数3】 $\{v(X1) > C1 \text{ all } X1 \text{ and/or } v(X2) < C2 \text{ all } X2\}$

or

$\{average(v(X1)) > C3 \text{ and/or } average(v(X2)) < C4\}$

ここで、 $X1: (x,y)=$ 上の小領域、下の小領域であり、 $X2: (x,y)=$ 横の小領域である。

【0069】図10に示した第5の実施例によれば、顔の部位ごとの特徴を生かして認識するため認識率が高いという効果がある。

【0070】なお、図10に示した第5の実施例では特徴量として色の分布量を用いたが、特徴量として、小領域の平均色の顔候補領域全体の平均色に対する色の差の量と、方向とを用いる方法もある(図12参照)。ここで、この方法について説明する。

【0071】まず、第5の実施例と同様に顔候補領域を小領域に分割し、特徴量として、小領域の平均色の顔候補領域全体の平均色に対する色の差の量と方向を求める。目や髪を判断する際には明度、口を判断する際には色相を用いるとよい。

【0072】差としては以下の種類が考えられる。

- ・色相、明度の2次元空間での二つの平均色の差ベクトル。
- ・色空間($L^* a^* b^*$ 、 $L^* u^* v^*$ 等)での二つの平均色の差ベクトル。
- ・色相の平均の差。
- ・明度の平均の差。
- ・彩度の平均の差。

【0073】平均の計算方法としては以下の種類が考えられる。

- ・小領域内で均一な平均。
- ・小領域の中央に重みをつけた平均。

【0074】ここでは、目や口や髪の生え際に相当する小領域で小領域の平均色と候補領域の平均色との色の差の方向がそれぞれ黒、赤、黒の方向であるとき、顔と認識する。具体的には、以下の3つの条件を同時にもしくはいずれかを満たしているとき、その顔候補領域は顔であると判定する。

(1) 上の小領域の顔候補領域の平均色に対するそれぞれの色の差方向もしくは色の差の平均の方向が明度が小

さくなる方向であること。

(2) 下の小領域の顔候補領域の平均色に対するそれぞれの色の差方向もしくは色の差量の平均方向が肌色から赤の方向であること。

(3) 横の小領域の顔候補領域の平均色に対するそれぞれの色の差量もしくは色の差量の平均があるしきい値より小さいこと。

【0075】そして、この作業を画像を90°ずつ回転させて行なう。

10 【0076】また、図10に示した第5の実施例では特徴量として色の分布量を用いたが、特徴量として空間周波数的性質を用いる方法もある(図13参照)。ここで、この方法について説明する。

【0077】まず、第5の実施例と同様に顔候補領域を小領域に分割し、特徴量として空間周波数的性質の値を求める。

【0078】空間周波数の対象としては以下の種類が考えられる。

- ・色相。
- 20 ・明度。
- ・彩度。

【0079】そして、特徴量およびその求め方としては以下の種類が考えられる。

- ・2次元フーリエ変換を行い、高周波領域内での応答の積分値と空間周波数領域全体での応答の積分値との割合を特徴量とする。
- ・2次元フーリエ変換を行いパワースペクトラムを求め、高周波領域でのピークの高さを特徴量とする。
- ・四方の隣接する画素との差の平均値のヒストグラムを求め、差の平均値が所定値以上である画素の割合を特徴量とする。

30 【0080】ここでは、目や口や髪の生え際に相当する小領域で特徴量が大いとき、その顔候補領域は顔であると判定する。すなわち、上、下の小領域の特徴量よりも横の小領域の特徴量が大いときその顔候補領域は顔であると判定する。やはり、この作業は画像を90°ずつ回転させて行なう。

【0081】図14は本発明による顔抽出方法の第6の実施例のフローチャートである。

40 【0082】まず、第1の実施例によって判定された顔候補領域のサイズに基づいて目の大きさを推定し、図15(a)に示すような目のテンプレートおよび図15(b)に示すような眼鏡をかけた目のテンプレートを作成する(F-1)。

【0083】そして、顔候補領域内の対象画像を目を表す画像であるか否かで2値化する(F-2)。通常どおりに明度、彩度、色相等の色情報で目を表す黒画素を検出してもかまわないが、次に示す手法の方が好ましい。

(1) まず、顔候補領域内で肌色画素の明度の平均を求める。

(2) この平均値との差（もちろん、目を表す画素の方が小さくなる）がしきい値以上である場合に目を表す黒画素であると判定する。

【0084】こうすることで、顔の明るさの違いによる目の黒画素の明るさの違いをカバーすることができる。

【0085】ステップ（F-2）で2値化された顔候補領域に対して、垂直方向、水平方向にそれぞれの目テンプレートを走査させ（図15（a）参照）、最も高いマッチング度を求め、これを特徴量とする（F-3）。

【0086】そして、この特徴量がしきい値以上であれば（F-4）、その顔候補領域は顔であると判定する（F-5）。

【0087】図14に示した第6の実施例によれば、対象者が眼鏡をかけているかどうかの判定が可能であり、また、画像の向きの判定も可能となる効果がある。

【0088】図16は本発明による顔抽出方法の第7の実施例のフローチャートである。

【0089】本実施例では、図14に示した第6の実施例の処理を行った後に、目のほかに口に関しても判断を行う。従って、ステップ（G-1）～（G-4）は図14に示したフローチャートと同様なので説明は省略する。

【0090】ステップ（G-5）では、目の位置情報から口の位置を推定する。たとえば、両目の位置がともに顔の上半分にあった場合、口の位置は、顔の下半分にあると推定する。また、両目の位置が共に顔の右半分にあった場合、口の位置は、顔の左半分にあると推定する。また、通常行なわれているように、両目を結ぶ線分の中点からの距離で口の位置を推定すればより高い検出精度が得られる。

【0091】次に、口の候補領域に対して、色情報から口が存在するかどうかを判定する。具体的には、たとえば、BGR信号を8ビット（0～255）で表し、顔候補領域全体でG-Rを計算し、その平均値を求める。次に、口の候補領域に対して同様にG-Rを計算し、この計算した値と先に求めた平均値との差を求め、この差がしきい値以上であれば口画素としてカウントする。

【0092】そして、口画素の割合（口の画素とカウントされた画素数／顔候補領域内の全画素数）を求め、これを第2の特徴量とする（G-6）。

【0093】この第2の特徴量が所定範囲内であれば（G-7）、口であると判定し、この顔候補領域は顔であると判定する（G-8）。各しきい値はそれぞれ測定機器を用いて経験的に求めればよい。また、G-Rの代わりに他の色情報、たとえば明度、色相、彩度、色度を用いてもかまわない。

【0094】図16に示した第7の実施例によれば、口の位置が顔の領域のどの部分にあるかがわかり、画像の向きを判定することができる。また、より精度の高い顔抽出ができるという効果もある。

【0095】なお、図16に示した第7の実施例では目のほかに口を検出することにより、顔であるか否かを判定したが、本発明はこれに限らず、たとえば、目のほかに髪を検出し顔であるかどうかを判定してもよい。以下に、具体的に説明する。

【0096】目の位置が決定したら、その目の位置情報から髪的位置を推定する。具体的には、図17のように、たとえば両目が顔候補領域の上半分にある場合、両目を結ぶ線より上の境界領域を髪候補領域と推定し、この領域内で髪を示す黒画素をカウントする。また、両目が顔候補領域の右半分にある場合、両目を結ぶ線より右の境界領域を髪候補領域と推定する。

【0097】そして、髪画素の割合（黒画素数／髪候補領域の面積）がしきい値以上であれば髪があると判定し、この顔候補領域は顔であると判定する。ここで、顔候補領域のサイズを数画素拡張してから髪を検出すると、より検出精度が上がる。

【0098】この場合には、髪の領域が顔の上半分にあるか、下半分にあるか、左半分にあるか、あるいは右半分にあるかで、画像の向きを判定することができるという効果がある。

【0099】また、図16に示した第7の実施例では目のほかに口を検出することにより、顔であるか否かを判定したが、本発明はこれに限らず、目のほかに首を検出して顔であるかどうかを判定してもよい。以下に、具体的に説明する。

【0100】目の位置が決定したら、その目の位置情報から首の位置を推定する。図17のように、たとえば両目が顔候補領域の上半分にある場合、下1/3を首候補領域とする。下半分というように更に広い領域に限定してもかまわない。

【0101】次に、顔候補領域のサイズを3～4画素拡張し、首候補領域と接触する領域で、首を表す肌色の画素をカウントする。首画素の割合（カウント数／顔の候補領域の面積）がしきい値以上であれば首であると判定し、この顔候補領域は顔であると判定する。

【0102】図18は本発明による顔抽出方法の第7の実施例のフローチャートである。

【0103】本実施例は顔候補領域内でマッチドフィルタを用いて、その顔候補領域が顔であるか否かを判定するものである。

【0104】まず、第1の実施例によって判定された顔候補領域内の画像を明度画像に変換する（H-1）。次に、顔テンプレート画像を作成する。この画像は明度画像で、目、鼻、口が備わり、顔の向きも正面、横向きで上、下、左、右の画像の向きにそれぞれ対応したものが好ましい。また、いくつかの大きさの異なるテンプレートを作成しておくことが好ましい。これらの顔テンプレート画像は予め作成しておき、記憶装置6に記憶させておいてもよい。また、本実施例では、この顔テンプレ-

ト画像に対して2次元フーリエ変換を行うので、予め2次元フーリエ変換を行っておき、その結果を記憶装置6に記憶させておいてもよい。

【0105】そして、ステップ(H-1)の明度画像に対して2次元フーリエ変換を行ない(H-2)、このステップ(H-2)の結果の実部と、顔テンプレート画像の2次元フーリエ変換結果の実部とを足し合わせ(H-3)、さらに、ステップ(H-2)の結果の虚部と、顔テンプレート画像の2次元フーリエ変換結果の虚部とを足し合わせる(H-4)。

【0106】次に、足し合わせた結果得られた実部と虚部とを逆フーリエ変換し(ここまでの過程をマッチドフィルタをかけるという)、この値を特徴量とする(H-5)。

【0107】逆フーリエ変換した値は、マッチング度が高いほど大きくなるので、この特徴量がしきい値以上であれば(H-6)、その顔候補領域は顔であると判定する。

【0108】なお、図18に示した第7の実施例では、顔候補領域内の画像を明度画像に変換したが、これを、色相画像や彩度画像にしてもかまわない。

【0109】図18に示した第7の実施例によれば、周波数特性を利用しているため、顔の各部位の個人差による位置の違いに対する許容度が高いという効果がある。

【0110】図19は本発明による顔抽出方法の第8の実施例のフローチャートである。

【0111】本実施例は、顔候補領域内で顔の各部位の特徴量をニューラルネットワークに入力し、その顔候補領域が顔であるか否かを判定するものである。

【0112】まず、他の実施例において説明した顔の各部位の特徴量を求める(J-1)。この特徴量としては目のマッチング度、口画素の割合、髪画素の割合、首画素の割合などが挙げられる。そして、これらの値をニューラルネットワークに入力する(J-2)。

【0113】用いるニューラルネットワークは、入力層、中間層、出力層から成る3層構造で、それぞれの要素数は、たとえば4、3、1とする。ニューラルネットワークにおける教師データは、正面顔、横向き顔と、画像の向きが上、下、右、左の組み合わせをカバーするように、それぞれのパターンについて作成しておく。教師データの出力は顔であれば1、そうでなければ0とする。ニューラルネットワークには、上記 $2 \times 4 = 8$ パターンについて、それぞれの教師データを用いてバックプロパゲーション法によって学習させ、各係数が決定されている。また、用いるニューラルネットワークの構成は、中間層の数が2層以上であってもかまわないし、また、中間層の要素数も3でなくてもかまわず、最も認識率が高くなるように決定すればよい。

【0114】このようにして求められた出力層からの出力がしきい値以上であれば(J-3)、その顔候補領域

は顔であると判定する(J-4)。

【0115】なお、ニューラルネットワークへの入力として、色を表すパラメータ、たとえば、明度、色相、彩度等を用いてもかまわない。

【0116】また、この抽出方法を組み込んだ機器を出荷した際、環境の違いにより、微調整が必要な場合には、新たにいくつかの教師データを加えることにより微調整をするようにすればよい。

【0117】図19に示した第8の実施例によれば、ニューラルネットワークをいくつかの教師データにより学習させることにより、それぞれの入力値に対して最適な重み係数を選択することができ、高い認識率を確保することができるという効果がある。

【0118】また、測定システム等の環境の違いによる認識率低下が発生した場合にも、いくつかの教師データを加えることにより簡単に微調整が可能であるという効果もある。

【0119】本発明による顔抽出方法は、カラー原画像を複写材料に複写する際の露光量を求めるためだけではなく、その他各種の画像処理に用いることができることは言うまでもない。また、本発明は抽出対象を顔以外のものにすることも可能である。

【0120】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ネガフィルムやポジフィルム等のカラー原画像から、人手を介さず完全に自動で且つ精度よく人間の顔を抽出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による顔抽出方法を用いた顔領域抽出装置のブロック図である。

【図2】本発明による顔抽出方法の第1の実施例のフローチャートである。

【図3】顔テンプレートの一例を示す図である。

【図4】本発明による顔抽出方法の第2の実施例のフローチャートである。

【図5】顔候補領域内で目候補領域を設定する際の説明図であり、(a)は縦画像の例、(b)は横画像の例である。

【図6】顔候補領域内で目候補領域を設定する際の説明図である。

【図7】明度に関するヒストグラムである。

【図8】本発明による顔抽出方法の第3の実施例のフローチャートである。

【図9】本発明による顔抽出方法の第4の実施例のフローチャートである。

【図10】本発明による顔抽出方法の第5の実施例のフローチャートである。

【図11】顔候補領域を小領域に分割する際の説明図であり、(a)、(b)、(c)は3つの分割方法のそれぞれに対応した説明図である。

【図12】特徴量として、小領域の平均色の顔候補領域全体の平均色に対する色の差の量と、方向とを用いる方法の説明図である。

【図13】特徴量として、空間周波数的性質を用いる方法の説明図である。

【図14】本発明による顔抽出方法の第6の実施例のフローチャートである。

【図15】目テンプレートの例を示す図であり、(a)は目テンプレートとその走査方向について説明する図であり、(b)は眼鏡をかけた目テンプレートの例を示す図である。

【図16】本発明による顔抽出方法の第7の実施例のフローチャートである。

*

* 【図17】髪候補領域と首候補領域を推定する場合の説明図である。

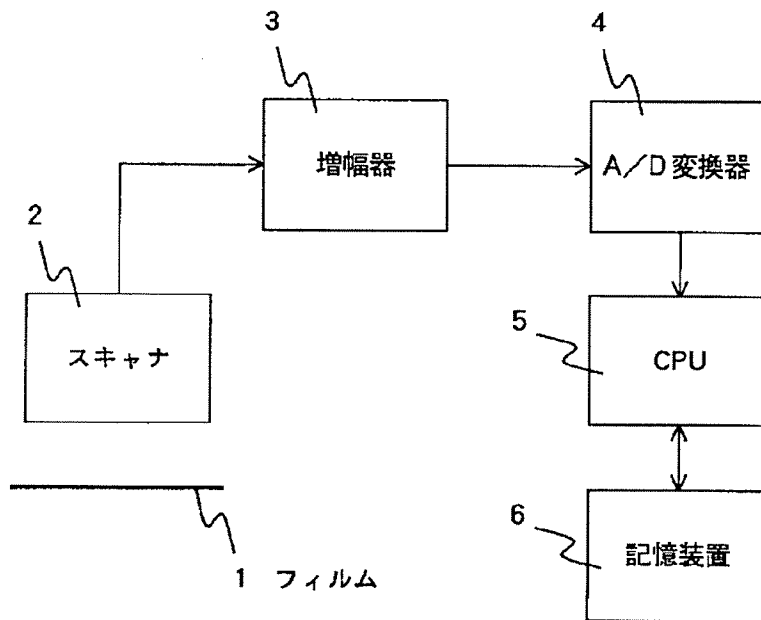
【図18】本発明による顔抽出方法の第7の実施例のフローチャートである。

【図19】本発明による顔抽出方法の第8の実施例のフローチャートである。

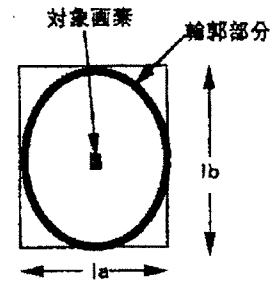
【符号の説明】

- 1 フィルム
- 2 スキャナ
- 3 増幅器
- 4 A/D変換器
- 5 CPU
- 6 記憶装置

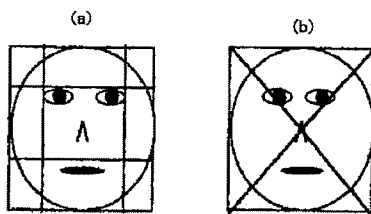
【図1】



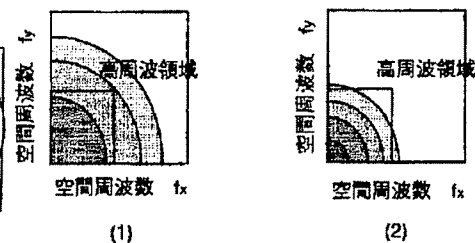
【図3】



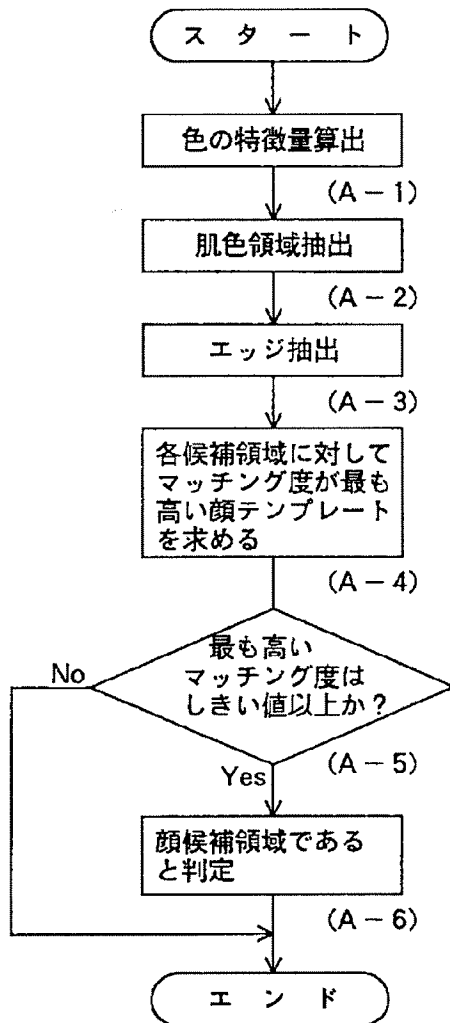
【図11】



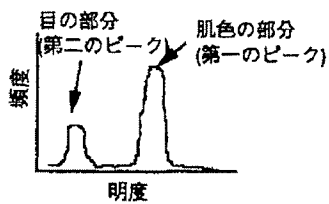
【図13】



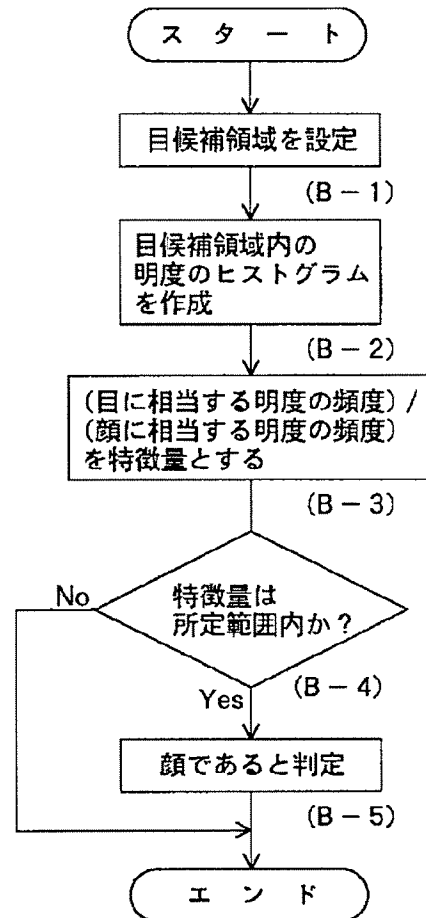
【図2】



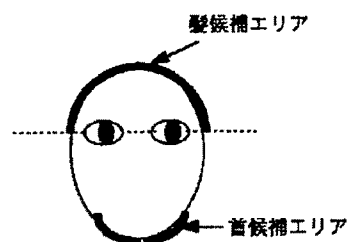
【図7】



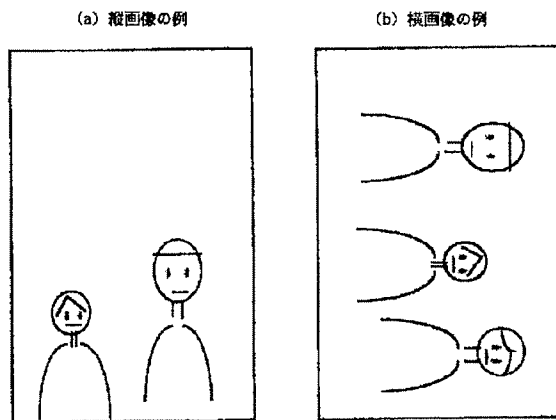
【図4】



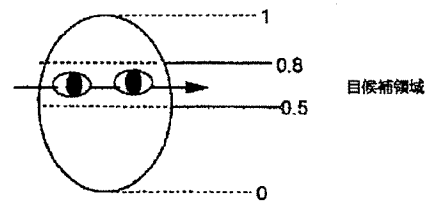
【図17】



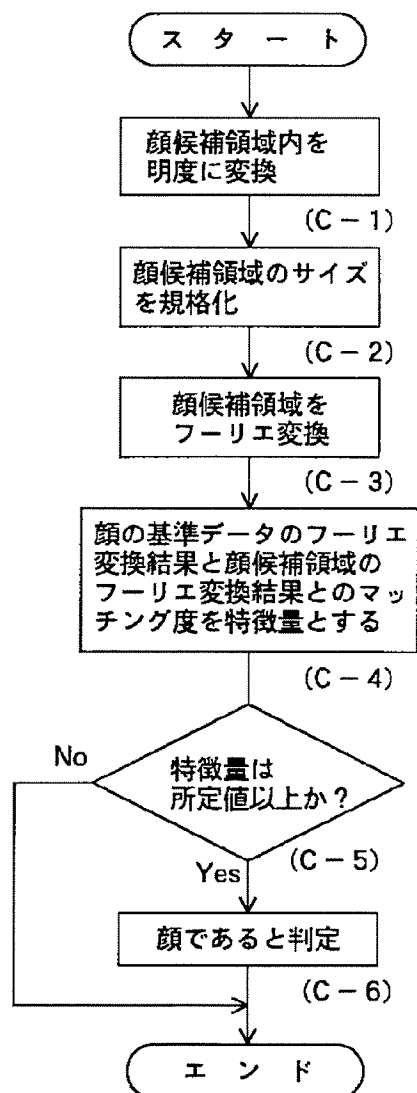
【図5】



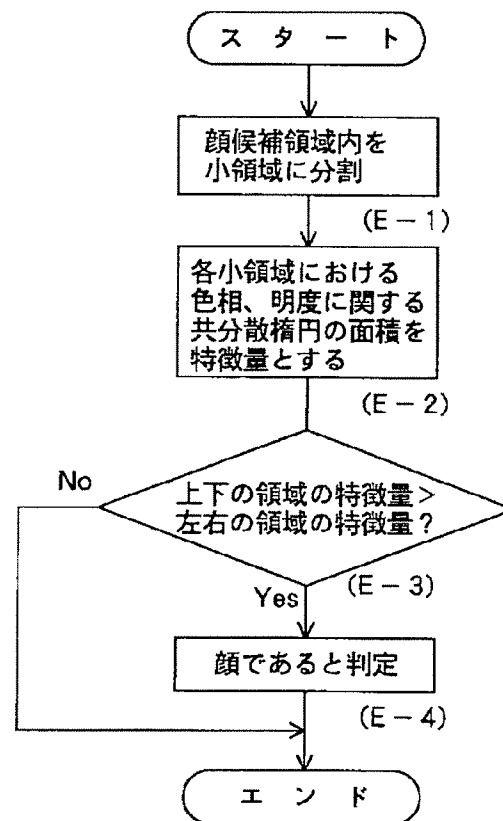
【図6】



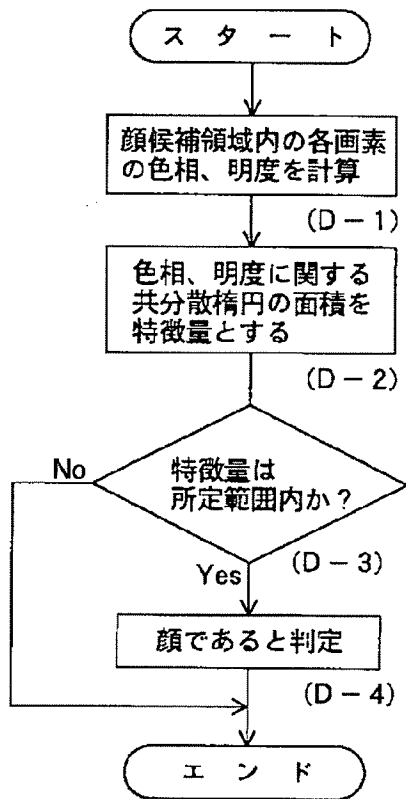
【図8】



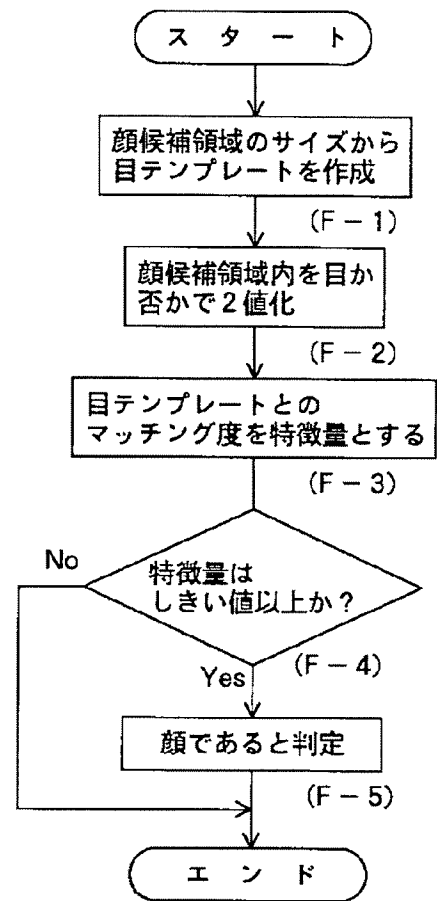
【図10】



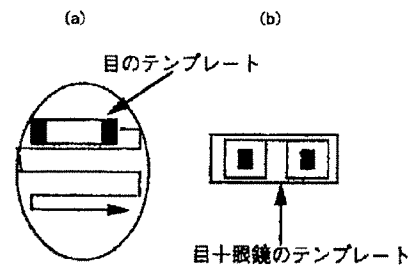
【図9】



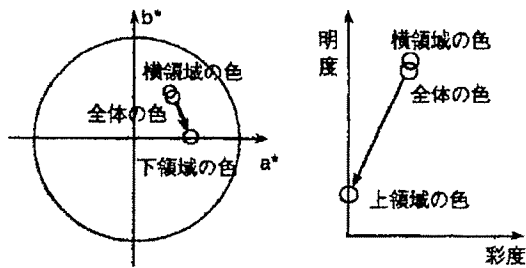
【図14】



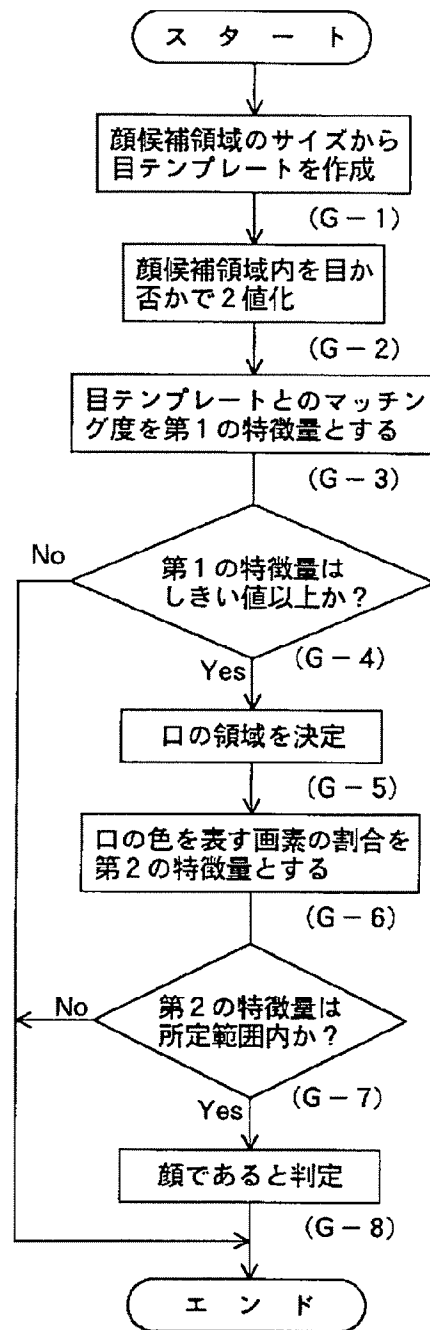
【図15】



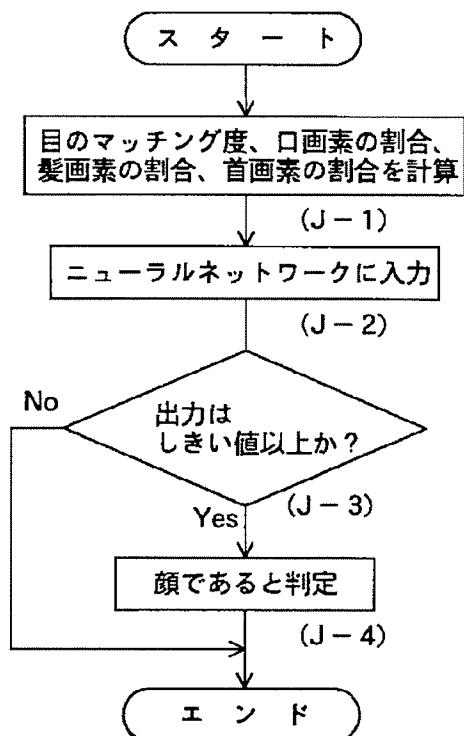
【図12】



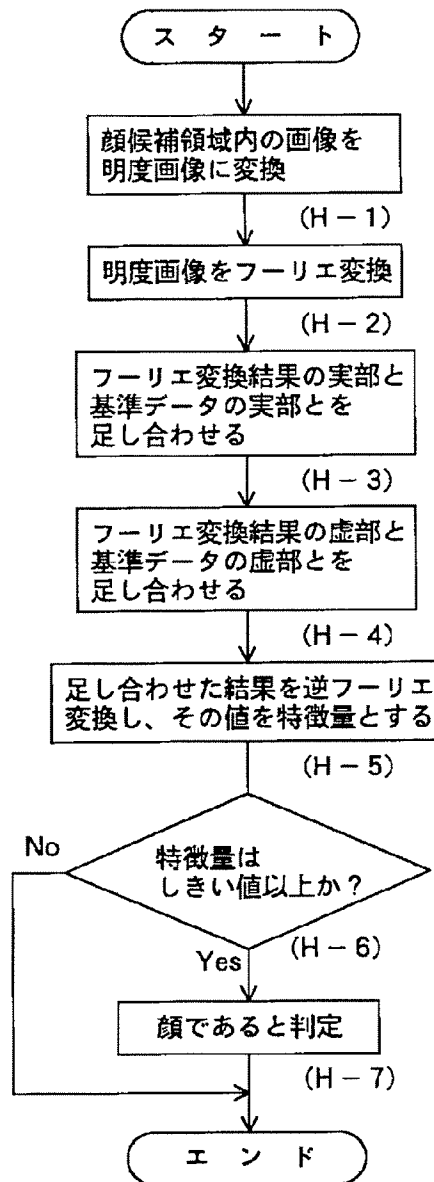
【図16】



【図19】



【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 河合 まどか
東京都日野市さくら町1番地 コニカ株式
会社内

(11) Japanese Patent Application Laid-Open No.

08-063597

(43) Laid-Open Date: March 8, 1996

(21) Application No. 06-196735

5 (22) Application Date: August 22, 1994

(71) Applicant: KONICA CORP

(72) Inventor: Hiromichi Enomoto

(72) Inventor: Nariatsu Takizawa

(72) Inventor: Hirotetsu Ko

10 (72) Inventor: Madoka Kawai

(54) [Title of the Invention]

FACE EXTRACTING METHOD

15 (57) [Abstract]

[Object]

To provide a face extracting method for
extracting totally automatically a person's face from a
color original image of negative film or positive film
20 without assistance and at high precision.

[Constitution]

The person's face is extracted from the color
original image by deciding a face candidate area
corresponding to the shape of person's face and
25 deciding a face area from the feature amounts within
the face candidate area.

[Claims for the Patent]

[Claim 1]

A face extracting method for extracting a
person's face from an image, characterized by
5 comprising deciding a face candidate area corresponding
to the shape of the person's face, and deciding a face
area from the feature amounts within said face
candidate area.

[Claim 2]

10 A face extracting method characterized by
comprising detecting a face candidate area by
extracting the contour of a person's face from an image.

[Claim 3]

A face extracting method for extracting a
15 person's face from an image, characterized by
comprising calculating the matching degrees between a
plurality of templates in the shape of face and said
image, selecting a template with the highest matching
degree, and making an area within the selected template
20 a face candidate area, if the highest matching degree
is more than or equal to a preset threshold value.

[Claim 4]

The face extracting method according to any one
of claims 1 to 3, characterized by comprising acquiring
25 a one-dimensional histogram of a parameter representing
the color within said face candidate area, and deciding
the face area from the shape of said histogram.

[Claim 5]

The face extracting method according to any one
of claims 1 to 3, characterized by comprising acquiring
a two-dimensional histogram of a parameter representing
5 the color within said face candidate area, and deciding
the face area from the shape of said histogram.

[Claim 6]

The face extracting method according to claim 4,
characterized by comprising using a histogram of
10 lightness as the one-dimensional histogram of said
parameter representing the color.

[Claim 7]

The face extracting method according to any one
of claims 1 to 3, characterized by comprising deciding
15 the face area from a distribution amount of the
parameter representing the color within said face
candidate area.

[Claim 8]

The face extracting method according to claim 7,
20 characterized by comprising using the area of a
covariance ellipse of hue and lightness in the two-
dimensional space as the distribution amount of said
color.

[Claim 9]

25 The face extracting method according to any one
of claims 1 to 3, characterized by comprising deciding
the face area from a spatial frequency response of said

face candidate area.

[Claim 10]

The face extracting method according to any one
of claims 1 to 3, characterized by comprising dividing
5 said face candidate area into small areas, obtaining
the feature amounts for each small area, and deciding
the face area using the feature amount distribution
within said face candidate area.

[Claim 11]

10 The face extracting method according to claim 10,
characterized in that the eye, mouth and cheek are
separated by division into said small areas.

[Claim 12]

The face extracting method according to claim 10
15 or 11, characterized by comprising using a distribution
amount of color in the small area as said feature
amount.

[Claim 13]

The face extracting method according to claim 12,
20 characterized by comprising using the area of a
covariance ellipse of hue and lightness in the two-
dimensional space as the distribution amount of said
color.

[Claim 14]

25 The face extracting method according to claim 10
or 11, characterized by comprising using a color
difference amount and direction of the average color in

the small area from the average color in the face
candidate area as said feature amount.

[Claim 15]

The face extracting method according to claim 14,
5 characterized by comprising using a differential vector
between two average colors of hue and lightness in the
two-dimensional space as the color difference amount
and direction of the average color in the small area
from the average color in the face candidate area.

10 [Claim 16]

The face extracting method according to claim 10
or 11, characterized by comprising using a spatial
frequency property as said feature amount.

[Claim 17]

15 The face extracting method according to claim 16,
characterized by comprising using a spatial frequency
response of hue as the spatial frequency property in
said small area.

[Claim 18]

20 The face extracting method according to any one
of claims 1 to 3, characterized by comprising
extracting the eyes within said face candidate area and
deciding the face area.

[Claim 19]

25 The face extracting method according to any one
of claims 1 to 3, characterized by comprising
extracting the eye area within said face candidate area,

extracting the mouth from the positional information of
eyes, and deciding the face area.

[Claim 20]

The face extracting method according to any one
5 of claims 1 to 3, characterized by comprising
extracting the eye area within said face candidate area,
extracting the hair from the positional information of
eyes, and deciding the face area.

[Claim 21]

10 The face extracting method according to any one
of claims 1 to 3, characterized by comprising
extracting the eye area within said face candidate area,
extracting the neck from the positional information of
eyes, and deciding the face area.

15 [Claim 22]

The face extracting method according to any one
of claims 1 to 3, characterized by comprising expanding
the face candidate area after deciding said face
candidate area, extracting the hair area, and deciding
20 the face area.

[Claim 23]

The face extracting method according to any one
of claims 1 to 3, characterized by comprising expanding
the face candidate area after deciding said face
25 candidate area, extracting the neck area, and deciding
the face area.

[Claim 24]

The face extracting method according to any one
of claims 1 to 3, characterized by comprising deciding
the face area using a matched filter within said face
5 candidate area.

[Claim 25]

The face extracting method according to any one
of claims 1 to 3, characterized by comprising acquiring
the feature amount within said face candidate area,
10 inputting said feature amount into a neural network and
deciding the face area.

[Claim 26]

The face extracting method according to claim 25,
characterized by comprising using a feature amount
15 representing the eyes, a feature amount representing
the mouth, a feature amount representing the hair, and
a feature amount representing the neck as said feature
amounts.

[Claim 27]

20 A face recognition device that can be finely
adjusted by inputting the new teacher data in said
neural network after shipping an apparatus
incorporating the face extracting method according to
claim 25 or 26.

25 [Claim 28]

A color printer that decides the exposure value
to the copying material based on data of person's face

extracted by the face extracting method according to
any one of claims 1 to 26.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application Field]

The present invention relates to a face
5 extracting method for extracting a part of face from a
color original image such as negative film or positive
film on which a person is photographed by a camera.

[0002]

[Conventional Art]

10 In copying a color original image onto the
copying material, such as printing a negative film
taken by a camera on the positive, it is important to
copy with an appropriate exposure value, and
particularly in the color photograph of taking a
15 picture of the person, if the image is printed to make
the right color of person's face, the person looking at
the photograph generally has a good feeling, whereby
the quality of photograph is enhanced.

[0003]

20 In photography, if the photographing conditions
are always constant, the printing is made with an
appropriate exposure value according to the
photographing conditions. In practice, the original
image taken in backlight or the original image taken
25 using a strobe may be mixed in one roll of film.
Therefore, to produce the high quality photos, it is
preferable to change the exposure value of printing for

every original image. To decide the exposure value of
printing, it is convenient to pay attention to the
color of person's face in the photograph of a person.
Since it is known in advance that the color of face is
5 flesh color, the exposure value can be decided so that
the color of person's face in the photograph after
printing may be flesh color.

[0004]

The methods for deciding the exposure value of
10 printing on the basis of the color of person's face in
this manner have been conventionally known, and are
employed to automate a part of the developing and
printing operation for the color film.

[0005]

15 For example, a method has been already known in
which the operator specifies a face area in the
original image of the color film with a light pen, the
density data of the person's face is extracted, and the
exposure value is decided to print the color of face
20 rightly based on the extracted density data.

[0006]

Also, a method for extracting the person's face
in the original image has been known in which the flesh
color data is extracted from the original image, and a
25 cluster of photometric points judged as the flesh color
range is made the face (Japanese Patent Application
Laid-Open No. 52-156624, Japanese Patent Application

Laid-Open No. 53-145621, Japanese Patent Application
Laid-Open No. 53-145622). This method involves
dividing the color original image into a number of
photometric points, decomposing each photometric point
5 into three colors of R (red), G (green) and B (blue)
for photometric measurements, judging whether or not
the color of each photometric point computed from
photometric data is within the flesh color range, and
making the cluster (group) of photometric points judged
10 as the flesh color range the density data of face.
[0007]

Further, in Japanese Patent Application Laid-Open
No. 4-346333, a method of converting the photometric
data into hue value (H) and saturation value (S),
15 creating a two-dimensional histogram for H and S,
dividing this histogram into unimodal mountains,
judging which of the divided mountains each pixel of
the original image belongs to, extracting the face
candidate area by and dividing the pixels, and judging
20 whether or not the image is the person based on the
contour and internal structure of the face candidate
area was disclosed.

[0008]

[Problems to be Solved by the Invention]

25 With the above method in which the operator
specifies the face area with a light-pen, there is a
problem that it takes a lot of time to perform the

printing operation, because the face area in the color
original image can be extracted without fail, but the
operator has to specify the face area for every image
with the light-pen. Also, with this method, the total
5 unmanned operation (automation) without interposition
of the operator is impossible.

[0009]

On the other hand, with the method of extracting
flesh color data from the original image, and making a
10 cluster of photometric points judged as the flesh color
range the face, there is a problem that a region having
flesh color or approximate flesh color such as ground,
trunk of tree, clothes other than the face may be
extracted as the density data of face, and the
15 precision is poor. Also, there is a problem that the
face may not be extracted depending on the film species
or the light source.

[0010]

And with the method as disclosed in Japanese
20 Patent Application Laid-Open No. 4-346333, when the
face and hand or the face and face are contacted, the
shape of flesh color area becomes complex, whereby
there is a problem that the face alone can not be
detected.

25 [0011]

The invention has been achieved in the light of
the above-mentioned problems, and it is an object of

the invention to provide a face extracting method for extracting totally automatically a person's face from a color original image such as negative film or positive film without assistance and precisely.

5 [0012]

[Means for Solving the Problems]

In order to accomplish the above object, the present invention provides a face extracting method for extracting a person's face from an image by comprising
10 deciding a face candidate area corresponding to the shape of the person's face, and deciding a face area from the feature amounts within the face candidate area.

[0013]

Also, another method comprises detecting a face
15 candidate area by extracting the contour of a person's face from an image.

[0014]

Further, another face extracting method for extracting a person's face from an image comprises
20 preparing a plurality of templates having the various shapes of face, computing the matching degrees between the templates and the image, selecting a template with the highest matching degree, and making an area within the selected template a face candidate area, if the
25 highest matching degree is more than or equal to a preset threshold value.

[0015]

[Operation]

With the above method of the invention, the person's face is extracted from the color original
5 image by deciding the face candidate area corresponding to the shape of person's face and deciding the face area from the feature amounts within the face candidate area.

[0016]

10 Also, with another method, the person's face is extracted from the color original image by extracting the contour of the person's face from the image and detecting the face candidate area.

[0017]

15 Further, with another method, the person's face is extracted from the color original image by preparing a plurality of templates having the various shapes of face, computing the matching degrees between the templates and the image, selecting a template with the
20 highest matching degree, and making an area within the selected template a face candidate area, if the highest matching degree is more than or equal to a preset threshold value.

[0018]

25 [Embodiments]

The present invention will be described below with reference to the drawings.

[0019]

Figure 1 is a block diagram of a face area extracting device using a face extracting method according to the invention.

5 [0020]

A film 1 is one on which a color original image is recorded. It does not matter whether the film is a negative film or a positive film. When the flesh color is extracted from the positive image, the flesh color
10 may be directly extracted from the photometric value of positive. When the flesh color is extracted from the negative image, the flesh color may be extracted by converting the photometric value of negative into positive, or may be directly extracted from the
15 photometric value of negative. A scanner 2 optically scans the color original image of the film 1, and makes the color separation to produce the B (blue), G (green) and R (red) values of each pixel. The BGR values are amplified by an amplifier 3, converted into digital
20 data by an A/D converter 4, and inputted into a CPU 5. The CPU 5 performs each process for face extraction as will be described later.

[0021]

Figure 2 is a flowchart of a face extracting
25 method according to a first embodiment of the invention.

[0022]

First of all, the feature amounts of color such

as lightness, hue, saturation, chromaticity (B-R) and
(G-R) are obtained from the BGR values of each pixel
produced by the scanner 2 (A-1). If these feature
amounts of color are within the preset ranges, it is
5 determined that the object pixel is flesh color (A-2).
Of course, when the flesh color is extracted from the
BGR values of negative image, and when the flesh color
is extracted from the BGR values of positive image, the
preset ranges for the feature amounts are different.
10 Also, the flesh color or not may be determined, with
the obtained feature amounts of color as the input
values into a neural network.

[0023]

Next, the edge extraction for the image composed
15 of pixels determined as the flesh color is performed
(A-3). An edge extraction method involves taking an
average of lightness over the peripheral 8 pixels
around an object pixel, making the object pixel an edge
pixel, if a difference between the average value and
20 the lightness of the object pixel is larger than a
predetermined value, and binarizing the object pixel
depending on whether the object pixel is the edge pixel
or not, for example. Herein, the image obtained in
this manner is called an edge image.

25 [0024]

At step (A-4), firstly, a plurality of face
templates (see Figure 3) of ellipse or circle which are

different in the size and ratio of major axis/minor
axis (1a/1b) are created. These face templates may be
created in advance, and stored in a storage unit 6.
The face template is binarized depending on whether or
5 not the contour is ellipse or circle. Since the actual
face contour is not a correct ellipse or circle, the
contour of the face template may have a width of
several pixels, preferably, 2 to 3 pixels to increase
the matching degree with the actual face contour.

10 [0025]

At step (A-4), the matching degree between the
edge image and the face template is obtained. To
obtain the matching degree, an existent method is used.
For example, the matching degree $m(u,v)$ is obtained in
15 accordance with Formula 1.

[0026]

[Formula 1]

$$m(u,v) = \frac{\iint_S ((f(x+u,y+v)-f') \cdot (t(x,y)-t')) dx dy}{\sqrt{\iint_S (f(x+u,y+v)-f')^2 dx dy \cdot \iint_S (t(x,y)-t')^2 dx dy}}$$

In the Formula 1, f denotes the object image, t
20 denotes the face template, and S denotes the value

range of $t(x, y)$. Also, f' and t' denote the average
of $f(x+u, y+v)$ and $t(x, y)$ in S .

[0027]

With this method, the matching is made using
5 several kinds of face templates, and the most matched
template is obtained for the object pixel (A-4). If
the matching degree is more than or equal to a preset
threshold value, the area surrounded by the most
matched face template around the object pixel is
10 determined as the face candidate area (A-6).

[0028]

Also, to reduce the number of operations, firstly,
as a rough scan, the matching degree with the face
template of fixed size may be obtained for every pixel,
15 or every several pixels, and the template of different
size may be fitted to only the object pixel in which
the matching degree is more than or equal to a
predetermined value, thereby deciding the optimal
candidate area.

20 [0029]

The first embodiment as shown in Figure 2 has the
effect that the face simplex can be extracted correctly
even from the image where the face and hand, or the
face and face are contacted, for example, because the
25 face contour is extracted.

[0030]

Also, if the range of color regarded as the flesh

color is set wider in extracting the flesh color area,
it is possible to cover a difference in the kind of
film or the light source.

[0031]

5 Further, if the range of flesh color is set for
each of the negative image and the positive image, the
face can be extracted from both the negative image and
the positive image.

[0032]

10 While in the first embodiment as shown in Figure
2, the matching degree with the face template is
obtained after the flesh color area is extracted, the
invention is not limited thereto, but the entire object
image may be converted into the lightness image
15 (without extracting the flesh color), and then the face
candidate area may be decided by the same method as in
the first embodiment.

[0033]

 Also, while in the first embodiment as shown in
20 Figure 2, the matching between the image binarized
depending on edge or not and the face template of edge
is made, the invention is not limited thereto, but
after extracting the flesh color area, the matching
between the image binarized depending on flesh color or
25 not and the face template binarized depending on flesh
color or not may be made.

[0034]

By the way, it suffices that a portion determined as the face candidate area is regarded as the face in the first embodiment, but any other portion than the face may be determined as the face candidate area depending on the image. Thus, a method for extracting an actual portion of the face surely by further narrowing down a plurality of portions determined as the face candidate area in the first embodiment will be described below.

10 [0035]

Figure 4 is a flowchart of a face extracting method according to a second embodiment of the invention.

[0036]

15 First of all, an area with eyes (eye candidate area) within the face candidate area determined in the first embodiment is estimated and set (B-1). At this time, the area is estimated in the case where the image is longitudinal (see Figure 5A) and the case where the image is transversal (see Figure 5B). In this estimation method, for example, when the image is directed longitudinally, the upper half and the lower half of the face candidate area are set as the eye candidate area, while when the image is directed transversally, the right half and the left half of the face candidate area are set as the eye candidate area. That is, the upper half, the lower half, the right half

20

25

and the left half of the face candidate area are set as the eye candidate area. With this method for setting the eye candidate area, the narrower parts of the face candidate area may be set. For example, when the image
5 is directed longitudinally, the range where the height is from 0.5 to 0.8 may be set as the eye candidate area, when the height of the lower end of the face candidate area is 0 and the height of the upper end is 1, as shown in Figure 6.

10 [0037]

Next, a histogram for lightness is created within each eye candidate area (B-2), as shown in Figure 7. Herein, an instance where the lightness is represented in 8 bits will be described below (lightness 0:0,
15 lightness 100:255). Firstly, the lightness area (0 to 255) is evenly divided into eight sub-areas, and the appearance frequency within each lightness sub-area is obtained. Since the portion with black eye has a low lightness, the histogram has the peaks in the black eye
20 portion of lightness and the flesh color portion of lightness (see Figure 7). Though the histogram of lightness is created herein, the invention is not limited thereto, but the saturation, hue or chromaticity may be used instead of the lightness.

25 [0038]

By the way, one of the shape recognition methods for the histogram created in this manner is as follows.

First of all, the highest peak (first peak) in the
lightness range (e.g., 96 or more with 8 bits)
considered as the flesh color area is searched. Next,
the highest peak (second peak) in the lightness range
5 lower than a predetermined value is searched. This
predetermined value is empirically obtained by metering
several samples of eyes using a measuring instrument.
The value of (frequency of second peak/frequency of
first peak) is calculated and made the feature amount
10 (B-3).

[0039]

If this feature amount is within a predetermined
range (B-4), it is judged that the shape of this
histogram represents the face. Since the predetermined
15 range at step (B-4) is different depending on the size
of eye candidate area, the optimal range must be
obtained in each case.

[0040]

In this manner, a judgement is made for each eye
20 candidate area, in which if there is any area judged as
the eye, it is determined that the face candidate area
is the face (B-4), or if there is no area judged as the
eye, it is determined that the face candidate area is
not the face.

25 [0041]

Though in the second embodiment as shown in
Figure 4, the eye candidate area is set at step (B-1),

and the histogram of lightness within the eye candidate area is created at step (B-2), the invention is not limited thereto, but the eye candidate area may not be set, and the histogram of lightness may be created over
5 the entire face candidate area to determine whether or not the face candidate area is the face, for example.
[0042]

With the second embodiment as shown in Figure 4, it is possible to handle a difference in the direction
10 of image by setting a plurality of eye setting areas within the face candidate area.
[0043]

In other words, there is the effect that the direction of image can be automatically determined by
15 this method.
[0044]

Though in the second embodiment as shown in Figure 4, the one-dimensional histogram of lightness is created, the invention is not limited thereto, but the
20 two-dimensional histogram with lightness and hue along the axes may be created to make a determination by the same method as in the second embodiment, with the peak in the area representing the flesh color as the first peak, and the peak in the area representing the black
25 of eye as the second peak, or the two-dimensional histogram of lightness and saturation or the two-dimensional histogram of hue and saturation may be

employed.

[0045]

Figure 8 is a flowchart of a face extracting
method according to a third embodiment of the invention.

5 [0046]

First of all, the image within the face candidate
area determined in the first embodiment is converted
into lightness (C-1). Though in this embodiment, the
image within the face candidate area is converted into
10 lightness, the image may be converted into chromaticity,
hue or saturation image, instead of lightness image.

[0047]

Next, the size of the face candidate area is
normalized by scaling up or down the face candidate
15 area to conform with the reference size (C-2). And the
two-dimensional Fourier transform is made for the
normalized face candidate area (C-3).

[0048]

Herein, as a result of this Fourier transform,
20 the power spectrum is normalized by the greatest peak
value. And several patterns (hereinafter referred to
as "reference data of face") actually representing the
face are prepared by similarly making the two-
dimensional Fourier transform, and prestored in the
25 storage unit 6. The matching between the Fourier
transform result for the face candidate area and the
Fourier transform result for the reference data of face

is made, whereby the value with the highest matching
degree is made the feature amount (C-4).

[0049]

And if this feature amount is more than or equal
5 to the threshold value (C-5), it is determined that
this face candidate area is the face (C-6).

[0050]

By the way, though in the third embodiment as
shown in Figure 8, the two-dimensional Fourier
10 transform is made at step (C-3), the invention is not
limited thereto, but the one-dimensional Fourier
transform may be made. In this case, it is required to
prepare the patterns of full-face and face in portrait
as the reference data of face in the combinatorial
15 conditions where the direction of image is up, down,
right and left.

[0051]

With the third embodiment as shown in Figure 8,
there is the effect that even when the portion (eye or
20 mouth) or position of face is dislocated due to
incorrect extraction of the face candidate area, the
high extraction ratio of face can be attained without
being affected by the dislocation.

[0052]

25 While in the third embodiment as shown in Figure
8, the two-dimensional Fourier transform is made, the
two-dimensional Fourier transform may not be made in

this invention, but other methods according to the frequency characteristics may be employed. For example, the following method may be adopted.

[0053]

5 First of all, supposing that the abscissa and the ordinate for the image are x-axis and y-axis, the projection of lightness onto the x-axis is performed in which the value of lightness at the position x_0 on the x-axis is added along the y-axis and made the value of
10 x_0 . Similarly, the projection of lightness onto the y-axis is performed. And for each of the projection onto the x-axis and the projection onto the y-axis, the projected lightness is normalized by each peak value. The matching between this data and the reference data
15 actually obtained from the face image in the same manner is made, and if the matching degree is more than the threshold value, the face candidate area is judged as the face. Of course, the lightness image may not be employed, but it is only required that the feature
20 amount representing the color such as hue, chromaticity or saturation is projected onto the x-axis or y-axis.

[0054]

 In this case, the calculation time is shorter than the two-dimensional Fourier transform, whereby
25 there is the effect that the processing can be performed at high speed.

[0055]

Figure 9 is a flowchart of a face extracting method according to a fourth embodiment of the invention.

[0056]

5 First of all, the hue and lightness of each pixel within the face candidate area determined in the first embodiment are obtained (D-1), and the area of a covariance ellipse of hue and lightness in the two-dimensional space is obtained and made the feature
10 amount (D-2).

[0057]

 If the area of the covariance ellipse obtained at step (D-2) is within a predetermined range (D-3), it is determined that the face candidate area is the face (D-
15 4).

[0058]

 Instead of the covariance ellipse, the volume of variance ellipsoid in the color space ($L'a'b'$, $L'u'v'$, etc.), variance of hue, variance of lightness, and
20 variance of saturation may be employed as the feature amounts. Or at least two or more of the above feature amounts may be combined to make the judgment, whereby the recognition ratio is increased.

[0059]

25 With the fourth embodiment as shown in Figure 9, the feature extraction can be made without regard to the direction of image.

[0060]

Also, if the feature amounts obtained in the second embodiment as shown in Figure 4 may be combined to make the judgement, the recognition ratio is further
5 increased.

[0061]

Figure 10 is a flowchart of a face extracting method according to a fifth embodiment of the invention.

[0062]

10 First of all, the face candidate area determined in the first embodiment is divided into small areas (E-1). The following three dividing methods (1) to (3) are provided.

(1) A rectangle circumscribing the face candidate
15 area is divided into 3x3 rectangles, and the areas overlapping the face candidate area are made the small areas. Three small areas at the upper stage are upper small areas, the small area in the center at the lower stage is the lower small area, and the small areas at
20 both ends at the middle and lower stages are lateral small areas (see Figure 11A).

(2) A rectangle circumscribing the face candidate area is diagonally divided into four triangles, and the areas overlapping the face candidate area are made the
25 small areas. The left and right areas are made the lateral small areas (see Figure 11B).

(3) The areas of the candidate area overlapping

near four sides of a rectangle circumscribing the face candidate area are made the small areas. The left and right areas are made the lateral small areas (see Figure 11C).

5 [0063]

Next, the distribution amount of color in each small area is obtained as the feature amount (E-2). The distribution amount of color has the following kinds.

- 10 · Area of covariance ellipse of hue and lightness in the two-dimensional space
- Volume of variance ellipsoid in the color space (L'a'b', L'u'v', etc.)
- Variance of hue
- 15 · Variance of lightness
- Variance of saturation

[0064]

Herein, the face recognition is made using the fact that the distribution amount of color is large in
20 the small area corresponding to the eye, mouth or hairline, and the distribution amount of color is small in the small area corresponding to the cheek. That is, when the distribution amount of each of the upper and lower areas (upper and lower small areas) or the
25 average of distribution amount is larger than the distribution amount of each of the left and right areas (lateral small areas) or the average of distribution

amount (E-3), it is determined that the face candidate area is the face (E-4). And this operation is performed by rotating the image by every 90°.

[0065]

- 5 Representing the conditions in one direction in the expression, Formula 2 is obtained. In Formula 2, $v(X1)$ denotes the distribution amount of color in the small area $X1$.

[0066]

- 10 [Formula 2]

$v(X1) > v(X2)$ all $X1, X2$ or
average ($v(X1)$) $>$ average ($v(X2)$) or
 $v(X1) >$ average ($v(X2)$) all $X1$ or
average ($v(X1)$) $>$ $v(X2)$ all $X2$

- 15 Where $X1: (x, y) =$ upper small area, lower small area, $X2: (x, y) =$ lateral small area.

[0067]

- There is another method for determining that the face candidate area is face if both or one of the
20 condition where the distribution amount of color in each of the upper and lower small areas or the average of distribution amount is more than or equal to a certain threshold value, and the condition where the distribution amount of color in each of the lateral
25 small areas or the average of distribution amount is less than or equal to a certain threshold value is satisfied. In this case, the operation is performed by

rotating the image by every 90°. Representing the condition in one direction in the expression, Formula 3 is obtained. In the Formula 3, $v(X1)$ denotes the distribution amount of color in the small area $X1$.

5 [0068]

[Formula 3]

$\square v(X1) > C1$ all $X1$ and/or

$v(X2) < C2$ all $X2$ \square

or

10 $\square \text{average } (v(X1)) > C3$ and/or

$\text{average } (v2(X2)) < C4$ \square

Where $X1$: (x, y) = upper small area, lower small area, $X2$: (x, y) = lateral small area.

[0069]

15 With the fifth embodiment as shown in Figure 10, there is the effect that the recognition ratio for recognizing the image is high by making effective use of the features in each portion of the face.

[0070]

20 While in the fifth embodiment as shown in Figure 10, the distribution amount of color is used as the feature amount, the feature amount may be the color difference amount and direction of the average color in small area from the average color over the entire face
25 candidate area (see Figure 12). This method will be described below.

[0071]

First of all, like the fifth embodiment, the face candidate area is divided into small areas, and the color difference amount and direction of the average color in small area from the average color over the entire face candidate area are obtained. The lightness in judging the eye or hair, and the hue in judging the mouth may be employed.

[0072]

The difference has the following kinds.

- 10 · Differential vector of two average colors of hue and lightness in the two-dimensional space
- Differential vector of two average colors in the color space (L'a'b', L'u'v', etc.)
- Difference in the average of hue
- 15 · Difference in the average of lightness
- Difference in the average of saturation

[0073]

The following kinds of average computation method are considered.

- 20 · Even average within small area
- Average weighted centrally in small area

[0074]

Herein, when the direction of color difference between the average color in small area and the average color is the direction of black, red and black in candidate area in the small area corresponding to the eye, mouth and hairline, the candidate area is

recognized as the face. Specifically, when all or some of the following three conditions are satisfied, the face candidate area is determined as the face.

(1) The color difference direction in the average
5 color between the upper small area and the face candidate area or the color difference average direction is the direction where the lightness is smaller.

(2) The color difference direction in the average
10 color between the lower small area and the face candidate area or the color difference average direction is the direction from the flesh color to red.

(3) The color difference amount in the average
15 color between the lateral small area and the face candidate area or the average of color difference amount is smaller than a certain threshold value.

[0075]

And this operation is performed by rotating the image by every 90°.

20 [0076]

While in the fifth embodiment as shown in Figure 10, the distribution amount of color is used as the feature amount, the feature amount may be the spatial frequency property (see Figure 13). Herein, this
25 method will be described below.

[0077]

First of all, like the fifth embodiment, the face

candidate area is divided into small areas, and the value of spatial frequency property is obtained as the feature amount.

[0078]

5 The following kinds of spatial frequency object are conceived.

- Hue
- Lightness
- Saturation

10 [0079]

 And the feature amount can be obtained in the following ways.

 · The two-dimensional Fourier transform is performed, and a ratio of the integral value of
15 response within the high frequency area to the integral value of response over the entire spatial frequency area is the feature amount.

 · The two-dimensional Fourier transform is performed to obtain a power spectrum, and the height of
20 peak in the high frequency area is the feature amount.

 · The histogram of the average value of differences of concerned pixel from the all adjacent pixels is obtained, and a ratio of pixels in which the average value of differences is more than or equal to a
25 predetermined value is the feature amount.

[0080]

 Herein, when the feature amount in small area

corresponding to the eye, mouth or hairline is large,
the face candidate area is determined as the face.
That is, when the feature amount in lateral small area
is larger than the feature amount in the upper and
5 lower small areas, the face candidate area is
determined as the face. After all, this operation is
performed by rotating the image by every 90°.

[0081]

Figure 14 is a flowchart of a face extracting
10 method according to a sixth embodiment of the invention.

[0082]

First of all, the size of eye is estimated, based
on the size of the face candidate area determined in
the first embodiment, and the template of eyes as shown
15 in Figure 15A and the template of eyes with eyeglasses
as shown in Figure 15B are created (F-1).

[0083]

And an object image within the face candidate
area is binarized depending on whether or not the image
20 represents the eyes (F-2). Though it does not matter
if the black pixel representing the eyes is detected
from the color information such as lightness,
saturation and hue as usual, the following method is
more preferable.

25 (1) Firstly, the average of lightness of flesh
color pixels within the face candidate area is obtained.

(2) If the difference from this average value is

more than or equal to the threshold value (of course, the lightness of pixels representing the eyes is smaller), it is determined that the black pixels represent the eyes.

5 [0084]

In this manner, it is possible to cover differences in the luminosity of black pixels of the eyes due to differences in the luminosity of the face.

[0085]

10 The eye template is scanned in the vertical direction and the horizontal direction over the face candidate area binarized at step (F-2) (see Figure 15A), whereby the highest matching degree is obtained and made the feature amount (F-3).

15 [0086]

And if this feature amount is more than or equal to the threshold value (F-4), the face candidate area is determined as the face (F-5).

[0087]

20 With the sixth embodiment as shown in Figure 14, there is the effect that it is possible to determine whether or not the object wears the eyeglasses, and determine the direction of image.

[0088]

25 Figure 16 is a flowchart of a face extracting method according to a seventh embodiment of the invention.

[0089]

In this embodiment, after the process of the sixth embodiment as shown in Figure 14 is performed, a judgement is made for the mouth in addition to the eyes.

5 Accordingly, steps (G-1) to (G-4) are the same as in the flowchart of Figure 14, and not described here.

[0090]

At step (G-5), the mouth position is estimated from the position information of the eyes. For example,
10 if the positions of both eyes are in the upper half of the face, it is estimated that the mouth position is in the lower half of the face. Also, if the positions of both eyes are in the right half of the face, it is estimated that the position of mouth is in the left
15 half of the face. Also, if the position of mouth is estimated from the distance from the middle point of the line connecting both eyes as usually performed, the higher detection precision is obtained.

[0091]

20 Next, it is determined whether or not the mouth exists in the mouth candidate area from the color information. Specifically, the BGR signals are represented in 8 bits (0 to 255). G-R is computed over the entire face candidate area, whereby its average
25 value is obtained, for example. Similarly, G-R is calculated for the mouth candidate area. A difference between this computed value and the average value

previously obtained is obtained, and if this difference is more than or equal to the threshold value, the count of mouth pixel is incremented.

[0092]

- 5 And the ratio of mouth pixels (count number of mouth pixels/total number of pixels within the face candidate area) is obtained, and made the second feature amount (G-6).

[0093]

- 10 If this second feature amount is within a predetermined range (G-7), the mouth candidate area is determined as the mouth, and the face candidate area is determined as the face (G-8). Each threshold value may be empirically obtained using a measuring instrument.

- 15 Instead of G-R, the other color information, for example, lightness, hue, saturation and chromaticity, may be employed.

[0094]

- 20 With the seventh embodiment as shown in Figure 16, it is known in which portion of the face area the position of mouth is located, and the direction of image can be determined. Also, there is the effect that the face extraction can be made at higher precision.

- 25 [0095]

While in the seventh embodiment as shown in Figure 16, it is determined whether or not the face

candidate area is the face by detecting the mouth in addition to the eyes, the invention is not limited thereto, but the hair may be detected in addition to the eyes to determine whether or not the candidate area
5 is the face, for example. This method will be specifically described below.

[0096]

If the eye position is decided, the hair position is estimated from the eye position information.
10 Specifically, if both eyes are in the upper half of the face candidate area as shown in Figure 17, the boundary area above the line connecting both eyes is estimated as the hair candidate area, whereby the black pixels indicating the hair within this area are counted. Also,
15 if both eyes are in the right half of the face candidate area, the boundary area to the right of the line connecting both eyes is estimated as the hair candidate area.

[0097]

20 And if a ratio of hair pixels (number of black pixels/area of hair candidate area) is more than or equal to the threshold value, it is determined that there is the hair, and this face candidate area is determined as the face. Herein, if the size of the
25 face candidate area is expanded by several pixels before detecting the hair, the detection precision is increased.

[0098]

In this case, there is the effect that the direction of the image can be determined depending on where the hair area is located in the upper half, lower
5 half, left half, or right half of the face.

[0099]

While in the seventh embodiment as shown in Figure 16, it is determined whether or not the candidate area is the face by detecting the mouth in
10 addition to the eyes, the invention is not limited thereto, but the neck may be detected in addition to the eyes to determine whether or not the candidate area is the face. This method will be specifically described below.

15 [0100]

If the eye position is decided, the neck position is estimated from the eye position information. For example, if both eyes are in the upper half of the face candidate area, as shown in Figure 17, the lower one-
20 third part is made the neck candidate area. A wider area such as the lower half part may be employed.

[0101]

Next, the size of the face candidate area is expanded by 3 or 4 pixels, and pixels of flesh color
25 representing the neck are counted in the area contact with the neck candidate area. If the ratio of neck pixels (count number/area of face candidate area) is

more than or equal to the threshold value, the neck is decided, and this face candidate area is determined as the face.

[0102]

5 Figure 18 is a flowchart of the face extracting method according to the seventh embodiment of the invention.

[0103]

 In this embodiment, it is determined whether or
10 not the face candidate area is the face using a matched filter within the face candidate area.

[0104]

 First of all, the image within the face candidate area determined in the first embodiment is converted
15 into the lightness image (H-1). Next, the face template image is created. This image is preferably lightness image, with eyes, nose and mouth, in full face or profile, corresponding to the upper, lower, left or right direction of image. Also, it is
20 preferred that several templates having different sizes are created. These face template images may be created in advance, and prestored in the storage unit 6. In this embodiment, since the two-dimensional Fourier transform is made for this face template image, the
25 two-dimensional Fourier transform may be made in advance and its result may be stored in the storage unit 6.

[0105]

And the two-dimensional Fourier transform for the
lightness image at step (H-1) is made (H-2). The real
part of the result at step (H-2) and the real part of
5 the result of the two-dimensional Fourier transform for
the face template image are added (H-3). Further, the
imaginary part of the result at step (H-2) and the
imaginary part of the result of the two-dimensional
Fourier transform for the face template image are added
10 (H-4).

[0106]

Next, the inverse Fourier transform for the real
part and the imaginary part resulted from the addition
is made (this process is called the matched filtering),
15 and this value is made the feature amount (H-8).

[0107]

As the matching degree is higher, the value
obtained by the inverse Fourier transform is larger.
If the feature amount is more than or equal to the
20 threshold value (H-6), it is determined that the face
candidate area is the face.

[0108]

While in the seventh embodiment as shown in
Figure 18, the image within the face candidate area is
25 converted into lightness image, this image may be
converted into hue image or saturation image.

[0109]

With the seventh embodiment as shown in Figure 18,
there is the effect that each region in the face has
high tolerance for positional differences due to
variations among individuals, because the frequency
5 characteristic is used.

[0110]

Figure 19 is a flowchart of a face extracting
method according to an eighth embodiment of the
invention.

10 [0111]

In this embodiment, the feature amount of each
region in the face within the face candidate area is
inputted into a neural network, and it is determined
whether or not the face candidate area is the face.

15 [0112]

First of all, the feature amounts of each region
in the face as described in other embodiments are
obtained (J-1). The feature amounts include the
matching degree of eyes, ratio of mouth pixel, ratio of
20 hair pixel, and ratio of neck pixel. And these values
are inputted into a neural network (J-2).

[0113]

The neural network for use has a three layer
structure consisting of an input layer, an intermediate
25 layer and an output layer, in which the number of
elements in each layer is 4, 3 and 1, for example. The
teacher data in the neural network is created in

advance for each pattern to cover combinations of full
face and face in profile with the upper, lower, right
and left direction of image. The output of teacher
data is 1 for the face, or otherwise 0. In the neural
5 network, the $2 \times 4 = 8$ patterns are learned using the
teacher data by a back propagation method, whereby each
coefficient is decided. Also, the configuration of the
neural network for use is decided so that the
recognition ratio may be highest, in which it does not
10 matter if the number of intermediate layers is 2 or
more and the number of elements in the intermediate
layer is not 3.

[0114]

If the output from the output layer obtained in
15 this manner is more than or equal to the threshold
value (J-3), it is determined that the face candidate
area is the face (J-4).

[0115]

As the input into the neural network, the
20 parameter representing the color, for example,
lightness, hue or saturation, may be employed.

[0116]

In shipping an apparatus incorporating this
extracting method, the fine adjustment is made by
25 adding some new teacher data, if the fine adjustment is
needed due to different environment.

[0117]

With the eight embodiment as shown in Figure 19,
the neural network is learned by some teacher data, so
that the optimal weight coefficient can be selected for
each input value, whereby there is the effect that the
5 high recognition ratio can be secured.

[0118]

Also, even if the recognition ratio is lower due
to different environment for the measuring system,
there is the effect that the fine adjustment can be
10 simply made by adding some teacher data.

[0119]

The face extracting method according to the
invention can be employed not only to obtain the
exposure value in copying the color original image onto
15 the copying material, but also for various other kinds
of image processing. Also, this invention can deal
with the extraction object other than the face.

[0120]

[Advantages of the Invention]

20 As described above, with the invention, the
person's face can be extracted totally automatically
from the color original image such as negative film or
positive film without assistance and precisely.

25 [Brief Description of the Drawings]

[Figure 1]

Figure 1 is a block diagram of a face area

extracting device using a face extracting method
according to the present invention.

[Figure 2]

Figure 2 is a flowchart of the face extracting
5 method according to a first embodiment of the invention.

[Figure 3]

Figure 3 is a view showing one example of a face
template.

[Figure 4]

10 Figure 4 is a flowchart of the face extracting
method according to a second embodiment of the
invention.

[Figure 5]

Figure 5 is an explanatory view for setting an
15 eye candidate area within the face candidate area,
wherein Figure 5A is an example of longitudinal image
and Figure 5B is an example of transverse image.

[Figure 6]

Figure 6 is an explanatory view for setting the
20 eye candidate area within the face candidate area.

[Figure 7]

Figure 7 is a histogram for the lightness.

[Figure 8]

Figure 8 is a flowchart of the face extracting
25 method according to a third embodiment of the invention.

[Figure 9]

Figure 9 is a flowchart of the face extracting

method according to a fourth embodiment of the
invention.

[Figure 10]

Figure 10 is a flowchart of the face extracting
5 method according to a fifth embodiment of the invention.

[Figure 11]

Figure 11 is explanatory views for dividing the
face candidate area into small areas, corresponding to
three dividing methods (a), (b) and (c).

10 [Figure 12]

Figure 12 is an explanatory view for the method
using the color difference amount and direction of the
average color in small area from the average color over
the entire face candidate area as the feature amount.

15 [Figure 13]

Figure 13 is an explanatory view for the method
using spatial frequency property as the feature amount.

[Figure 14]

Figure 14 is a flowchart of the face extracting
20 method according to a sixth embodiment of the invention.

[Figure 15]

Figure 15 is a view showing an example of eye
template, wherein Figure 15A is a view for explaining
an eye template and its scanning direction, and Figure
25 15B is a view showing an example of eye template with
eyeglasses.

[Figure 16]

Figure 16 is a flowchart of the face extracting method according to a seventh embodiment of the invention.

[Figure 17]

5 Figure 17 is an explanatory view for estimating a hair candidate area and a neck candidate area.

[Figure 18]

10 Figure 18 is a flowchart of the face extracting method according to the seventh embodiment of the invention.

[Figure 19]

Figure 19 is a flowchart of the face extracting method according to an eighth embodiment of the invention.

15 [Description of Symbols]

- 1 film
- 2 scanner
- 3 amplifier
- 4 A/D converter
- 20 5 CPU
- 6 storage unit

Figure 1

- 1 Film
- 2 Scanner
- 3 Amplifier
- 5 4 A/D converter
- 5 CPU
- 6 Storage unit

Figure 2

- 10 #1 Start
- A-1 Calculate feature amount of color.
- A-2 Extract flesh color area.
- A-3 Extract edge.
- A-4 Acquire template with highest matching degree for
- 15 each candidate area.
- A-5 Is highest matching degree more than or equal to
threshold?
- A-6 Determine face candidate area.
- #2 End

20

Figure 3

- #1 Object pixel
- #2 Contour part

25 Figure 4

- #1 Start
- B-1 Set eye candidate area.

B-2 Create histogram of lightness within eye
candidate area.

B-3 Make (frequency of lightness corresponding to
eye)/(frequency of lightness corresponding to
5 face) feature amount.

B-4 Is feature amount within predetermined range?

B-5 Determine face.

#2 End

10 Figure 5

(a) Example of longitudinal image

(b) Example of transverse image

Figure 6

15 #1 Eye candidate area

Figure 7

#1 Frequency

#2 Lightness

20 #3 Eye portion (second peak)

#4 Flesh color portion (first peak)

Figure 8

#1 Start

25 C-1 Convert face candidate area into lightness.

C-2 Normalize size of face candidate area.

C-3 Make Fourier transform for face candidate area.

- C-4 Make matching degree between Fourier transform
 result of face reference data and Fourier
 transform result of face candidate area the
 feature amount.
- 5 C-5 Is feature amount more than or equal to
 predetermined value?
- C-6 Determine face.
- #2 End
- 10 Figure 9
- #1 Start
- D-1 Compute hue and lightness of each pixel within
 face candidate area.
- D-2 Make area of covariance ellipse on hue and
15 lightness the feature amount.
- D-3 Is feature amount within predetermined range?
- D-4 Determine face.
- #2 End
- 20 Figure 10
- #1 Start
- E-1 Divide face candidate area into small areas.
- E-2 Make area of covariance ellipse on hue and
 lightness in each small area the feature amount.
- 25 E-3 Feature amount of upper and lower area > feature
 amount of left and right area?
- E-4 Determine face.

#2 End

Figure 12

#1 Color of lateral area

5 #2 Entire color

#3 Color of lower area

#4 Lightness

#5 Saturation

#6 Color of upper area

10

Figure 13

#1 Spatial frequency

#2 High frequency area

15 Figure 14

#1 Start

F-1 Create eye template from size of face candidate
area.

20 F-2 Binarize face candidate area depending on eye or
not.

F-3 Is feature amount more than or equal to
threshold?

F-4 Determine face.

#2 End

25

Figure 15

#1 Eye template

#2 Eye + eyeglass template

Figure 16

#1 Start

- 5 G-1 Create eye template from size of face candidate
area.
- G-2 Binarize face candidate area depending on eye or
not.
- G-3 Make matching degree with eye template the first
10 feature amount.
- G-4 Is first feature amount more than or equal to
threshold?
- G-5 Determine mouth area.
- G-6 Make ratio of pixels representing mouth color the
15 second feature amount.
- G-7 Is second feature amount within predetermined
range?
- G-8 Determine face.
- #2 End

20

Figure 17

#1 Hair candidate area

#2 Neck candidate area

25 Figure 18

#1 Start

- H-1 Convert image within face candidate area into
lightness image.
- H-2 Make Fourier transform for lightness image.
- H-3 Add real part of Fourier transform result and
5 real part of reference data.
- H-4 Add imaginary part of Fourier transform result
and imaginary part of reference data.
- H-5 Make inverse Fourier transform for added result,
and make its value the feature amount.
- 10 H-6 Is feature amount more than or equal to
threshold?
- H-7 Determine face.
- #2 End
- 15 Figure 19
- #1 Start
- J-1 Compute eye matching degree, ratio of mouth
pixels, ratio of hair pixels and ratio of neck
pixels.
- 20 J-2 Input into neural network.
- J-3 Is output more than or equal to threshold?
- J-4 Determine face.
- #2 End

(10)

特開平8-63597

17

18

【図12】特徴量として、小領域の平均色の顔候補領域全体の平均色に対する色の差の量と、方向とを用いる方法の説明図である。

【図13】特徴量として、空間周波数特性を用いる方法の説明図である。

【図14】本発明による顔抽出方法の第6の実施例のフローチャートである。

【図15】目テンプレートの例を示す図であり、(a)は目テンプレートとその走査方向について説明する図であり、(b)は眼鏡をかけた目テンプレートの例を示す図である。

【図16】本発明による顔抽出方法の第7の実施例のフローチャートである。

*【図17】髪候補領域と首候補領域を推定する場合の説明図である。

【図18】本発明による顔抽出方法の第7の実施例のフローチャートである。

【図19】本発明による顔抽出方法の第8の実施例のフローチャートである。

【符号の説明】

- 1 フィルム
- 2 スキャナ
- 3 増幅器
- 4 A/D変換器
- 5 CPU
- 6 記憶装置

Figure 1
【図1】

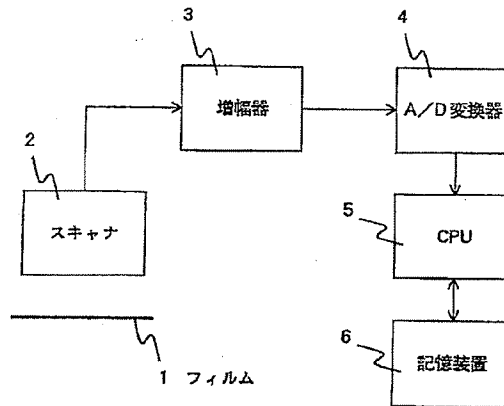


Figure 3
【図3】

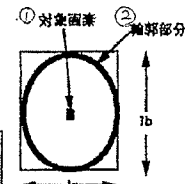


Figure 11
【図11】

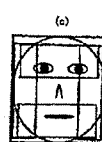
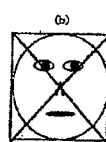
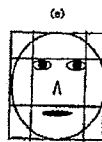


Figure 13
【図13】



(11)

特開平8-63597

Figure 2
【図2】

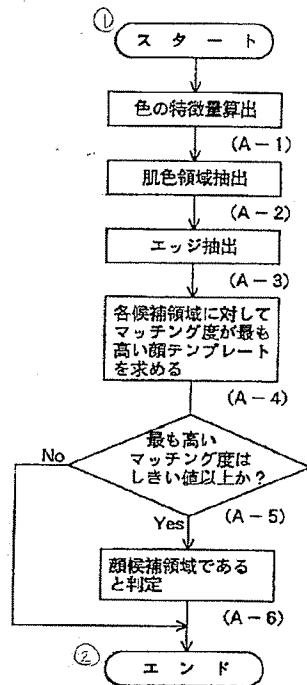


Figure 7
【図7】

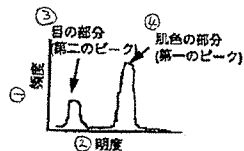


Figure 4
【図4】

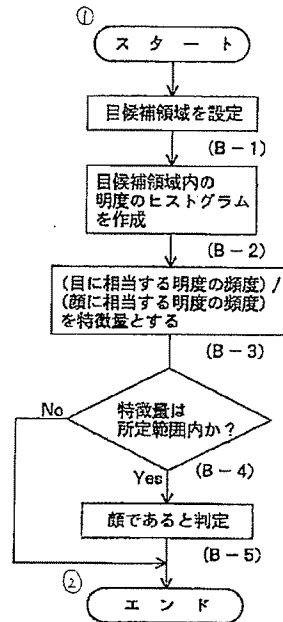
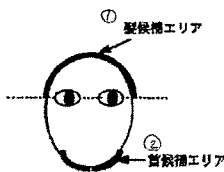


Figure 17
【図17】



(12)

特開平8-58597

Figure 5
【図5】

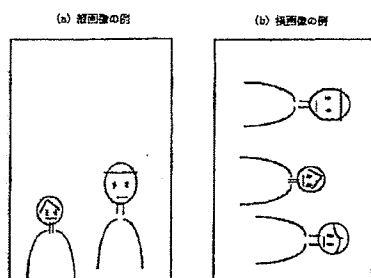


Figure 6
【図6】

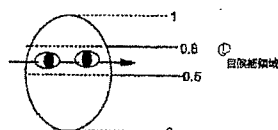


Figure 8
【図8】

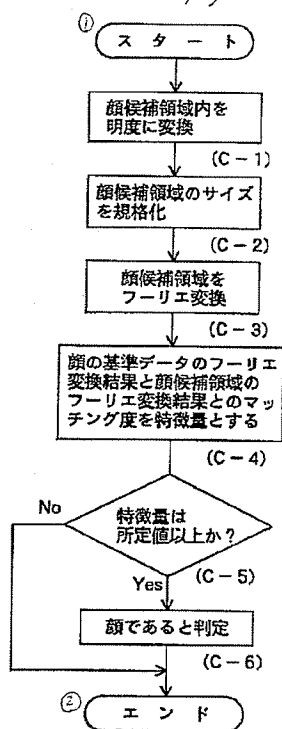
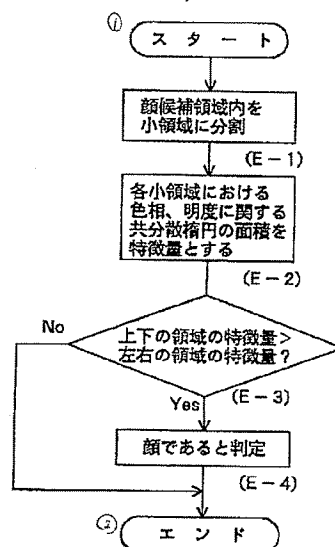


Figure 10
【図10】



(13)

特開平8-63597

Figure 9
【図9】

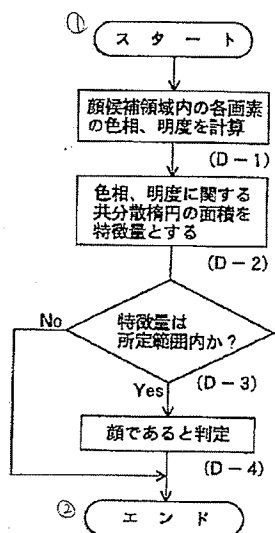


Figure 14
【図14】

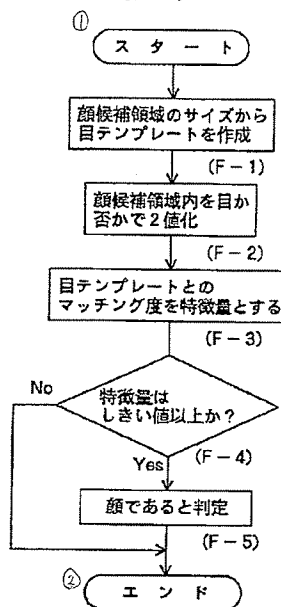
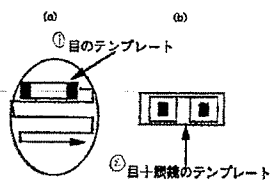


Figure 15
【図15】



(14)

特開平8-63597

Figure 12
[図12]

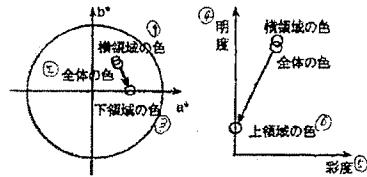


Figure 16
[図16]

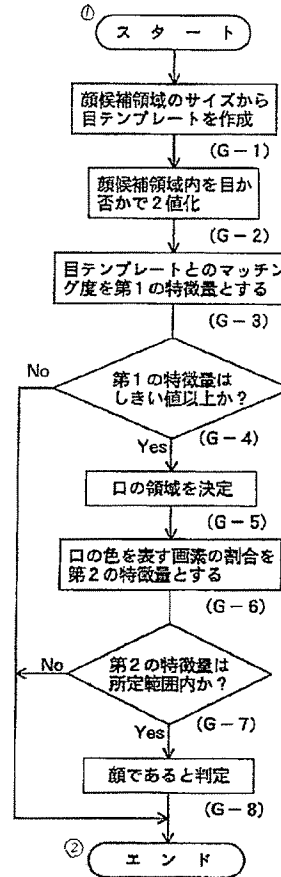
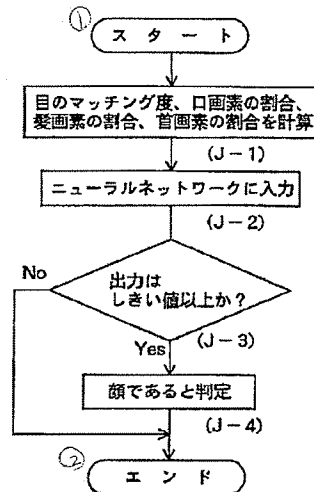


Figure 19
[図19]

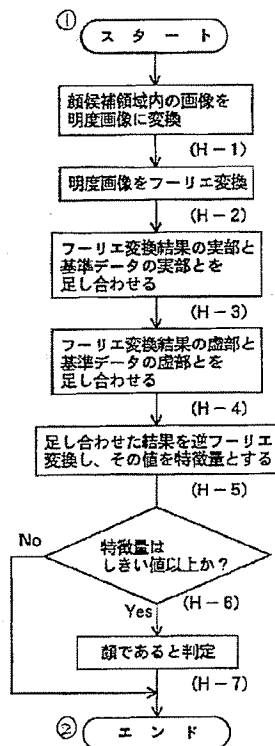


(16)

特開平8-63597

Figure 18.

【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 河合 まどか
東京都日野市さくら町1番地 コニカ株式
会社内